

ПРИРОДА



8
1963

На первой странице обложки.

Применение современных методов автоматизации позволит значительно ускорить получение и обработку метеорологических данных с огромных территорий земной поверхности и сделать более точным прогноз погоды. (К статье В. П. Петрова «Как повысить точность предсказания погоды»)

Обложка художника **В. В. Ашмарова**

ГОД ИЗДАНИЯ ПЯТЬДЕСЯТ ВТОРОЙ

ПРИРОДА

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ АКАДЕМИИ НАУК СССР

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор АКАДЕМИК Д. И. ЩЕРБАКОВ

Доктор физико-математических наук Д. А. ФРАНК-КАМЕНЕЦКИЙ (заместитель главного редактора); доктор философских наук Д. М. ТРОШИН (заместитель главного редактора); кандидат технических наук А. С. ФЕДОРОВ (заместитель главного редактора); академик А. П. ВИНОГРАДОВ; член-корреспондент АН СССР Л. А. ЗЕНКЕВИЧ; член-корреспондент АН СССР В. Л. КРЕТОВИЧ; член-корреспондент АН СССР Г. М. ФРАНК; доктор физико-математических наук Б. Л. ДЗЕРДЗЕЕВСКИЙ; доктор физико-математических наук С. П. КАПИЦА; Я. Б. КОГАН (ответственный секретарь)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Академик Н. Н. АНИЧКОВ (медицина); академик А. Е. АРБУЗОВ (органическая химия); академик И. К. КИКОИН (физика); академик В. Н. СУКАЧЕВ (ботаника); академик Н. В. ЦИЦИН (сельское хозяйство); член-корреспондент АН СССР Э. А. АСРАТЯН (физиология); член-корреспондент АН СССР Б. Н. ДЕЛОНЕ (математика); член-корреспондент АН СССР Н. А. КРАСИЛЬНИКОВ (микробиология); член-корреспондент АН СССР Н. И. НУЖДИН (биология); член-корреспондент АН СССР А. П. ТЕРЕНТЬЕВ (органическая химия); член-корреспондент АН СССР И. И. ТУМАНОВ (физиология растений); доктор биологических наук А. Г. БАННИКОВ (зоология); доктор физико-математических наук Б. В. КУКАРКИН (астрономия); доктор философских наук Г. А. КУРСАНОВ (философия); доктор технических наук В. А. МАГНИЦКИЙ (геофизика); доктор географических наук К. К. МАРКОВ (география); доктор биологических наук К. К. ФЛЕРОВ (палеонтология); доктор биологических наук А. Н. ФОРМОВ (экология, зоогеография); кандидат физико-математических наук Р. З. САГДЕЕВ (физика).

В НОМЕРЕ

МАНТИЯ И ЗЕМНАЯ КОРА
МОЛОДОСТЬ ДРЕВНЕЙ НАУКИ
КАК ПОВЫСИТЬ ТОЧНОСТЬ ПРЕДСКАЗАНИЯ
ПОГОДЫ
НОВЫЙ КЛАСС ПОЛИМЕРОВ
ПЛОСКОЕ ВОДОРОДНОЕ ОБЛАКО
ВОКРУГ ЗЕМЛИ
УДИВИТЕЛЬНЫЙ МИР РУКОКРЫЛЫХ

8
1963

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

СОДЕРЖАНИЕ

Мантия и земная кора (Образование оболочек Земли). <i>Л. С. Тарасов</i>	3
Устойчивая плазма. <i>Д. А. Франк-Каменецкий</i>	18
Молодость древней науки (Морфология животных включает союз с техникой). <i>В. М. Белькович, А. В. Яблоков</i>	20
Солнечный спектр. <i>Д. М. Кулиев</i>	31
Как повысить точность предсказания погоды (Автоматическая телеизмерительная гидрометеорологическая система). <i>В. П. Петров</i>	38
Химические элементы и жизнь. <i>А. А. Дробков</i>	45

ЛАУРЕАТЫ ЛЕНИНСКИХ ПРЕМИЙ

Новый класс полимеров. <i>А. А. Жданов</i>	53
--	----

СЪЕЗДЫ И КОНФЕРЕНЦИИ

Успехи советской радиоастрономии. <i>Г. Б. Шоломицкий</i>	56
---	----

ЗАПОВЕДНЫЕ МЕСТА

Тульские засеки. <i>И. П. Свєргун</i>	60
---	----

ОБЗОРЫ

Световые явления в атмосфере. <i>А. Д. Заморский</i>	62
--	----

ЗАЩИТА ПРИРОДЫ

Настоящее и будущее диких копытных. <i>А. Г. Банников</i>	67
--	----

ОТКЛИКИ, КОММЕНТАРИИ

Исчезла ли стеллерова корова? <i>А. А. Бергин, Э. А. Тихомиров, В. И. Тройнин</i>	73
Изотопы водорода и нейтрона. <i>Н. А. Власов</i>	75

ВОСПОМИНАНИЯ, МЕМУАРЫ

Мой учитель. <i>Л. А. Орбели</i>	78
--	----

ИСТОРИЯ НАУКИ

Волны света Френеля. <i>О. А. Лежнева</i>	82
---	----

ИССЛЕДОВАНИЯ, ЭКСПЕРИМЕНТЫ

Плоское водородное облако вокруг Земли. *П. В. Щеглов* (85). Палеогеография и поиски богатых залежей нефти. *Н. И. Марковский* (88). «Мертвая вода» в океане. *Е. А. Никитина* (91). Прямое измерение интенсивности теплового излучения. *Н. С. Бабаев* (93). Удивительный мир рукокрылых. *Ален Обер* (94).

НОВОСТИ, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ

Эйнштейн не опровергнут (19). Бумажные ленты и «белое золото». *А. А. Чернов* (59). Лососевые маршруты. (61). Общее собрание Академии наук СССР (96). Батискаф ГА-2000 (96). Инфракрасная телевизионная камера (96). Никель и кобальт — из шлака (97). (97). В броне из ... яда (97). Научная работа в заповедниках. *А. Г. Банников* (98). Необычайный паводок на Нижнем Дону. *В. Ф. Проценко* (98). Самолет следит за чистотой вод (99). Каспийская конференция. *И. И. Стась* (100). «Работа» большого пест-

рого дятла. *Д. И. Хатунцев* (100). Кладовая минеральных вод (К 100-летию Русского бальнеологического общества). *И. И. Коновалов* (101). Крупный град. *Л. И. Милинчук-Волынский* (101). «Танцы» и роение медоносных пчел. *П. П. Копаневич* (102). Вредитель морских угодий (102). Термо- и фотоэффект горных пород и минералов. *Г. Ф. Комовский* (102). Конференции читателей и авторов журнала «Природа» (104). Плодовые деревья в сверхнизких температурах (104). «Мезоскаф» (105). Окаменевшие следы *А. М. Викторова* (106). Новая гипотеза происхождения Земля—Луна (106). Радиоактивный калий и селекция домашнего скота (107).

ЗАМЕТКИ, НАБЛЮДЕНИЯ

«Сидящее» дерево. *А. С. Агеев* (37). Богатства кленовой горы. *А. П. Маринович* (108). Ель Глена. *А. П. Клинов* (109). Шум реки и костер. *П. Д. Резвой* (110). Флиш в районе Туансе. *В. Фуртес* (110). Северная пищука — вредитель леса. *Ф. Р. Штильмарк, А. И. Хлебников* (111). Сросшаяся береза. *А. С. Агеев* (112). Необычная дружба. *В. С. Нелепец* (112). Щука поймала чайку. *П. И. Артюхов* (112). Странное растение. *Т. К. Горышина* (113). Мандарины Миагава-Васе. *В. К. Якобавили* (117).

АКВАРИУМ, ТЕРРАРИУМ

Содержание змей в неволе. *В. Е. Флинт* (114). Новые моллюски из тропических водоемов. *М. Д. Махлин* (116).

КНИГИ

Астрономическая картина мира. *К. Ф. Огородников* (118). История рельефа Армянского нагорья. *К. К. Марков* (119). Видный ученый — гражданин. *С. Я. Плоткин* (121). Овощеводство при искусственном освещении. *А. А. Шахов* (122). Таким ли должен быть путеводитель. *И. А. Кривицкий* (123). Коротко о книгах (44, 66).

РЕДАКЦИОННАЯ ПОЧТА

Разгадка — в термическом режиме. *Н. Н. Лаптева* (124). Как правильно называть элемент 101. *В. А. Корбут, А. М. Цуккерман* (124). О борьбе с эрозией и селями. *М. М. Айзенберг* (125).

КАЛЕНДАРЬ ПРИРОДЫ

Дождливая погода и плодоношение древесных растений. *Н. Е. Булыгина* (126). Зона смещения максимальных температур на Кавказе. *С. А. Малик* (127). Подснежники во время листопада. *Е. В. Кучеров, Г. И. Федорако* (127).

МАНТИЯ и ЗЕМНАЯ КОРА

ОБРАЗОВАНИЕ ОБОЛОЧЕК ЗЕМЛИ

Л. С. Тарасов

Институт геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского АН СССР (Москва)

Область распространения жизни на Земле — биосфера — охватывает только узкую зону вблизи поверхности нашей планеты. Человеком заселена лишь ее средняя часть — он даже не освоил еще глубин океанов. По обе стороны от этого тонкого слоя жизни лежат различные миры — необозримые просторы космоса и совершенно недоступный пока еще взору мир глубоких земных недр. И хотя этот мир рядом с нами, а не отделен тысячами, миллионами и миллиардами световых лет, знаем мы о нем, возможно, меньше, чем о звездных мирах. Уже разработаны классификации звезд и галактик, учитывающие их химические и физические свойства, измерены температуры звезд, и человек приступил к экспериментальному исследованию космоса при помощи ракет-лабораторий. Недра же Земли все еще ждут создания подземного «спутника», который смог бы проникнуть в глубины и, противостояв температуре и давлению, господствующим там, принести пробы вещества и сведения о процессах в этих еще пока таинственных зонах Земли. Недра — это первичный источник всего, что мы видим на поверхности Земли; в них первопричины многих геологических событий; наконец, в веществе самых глубоких зон планеты скрыты тайны ее рождения.

Наше время — время подготовки к широкому исследованию глубин Земли. Для изучения их сейчас применяются не только наземные геофизические методы. Много нового рассказали геофизические приборы,

поднятые над планетой искусственными спутниками или, например, земные приливы. Используются многочисленные экспериментальные данные о поведении вещества земных пород в условиях высоких температур и давлений, результаты исследования метеоритов и многое другое. Наконец, впервые намечается переход от косвенных методов познания недр к прямым методам: перестали быть фантастикой скважины сверхглубокого бурения, они уже проектируются.

В наши дни особый интерес представляют специальные геохимические исследования вещества Земли. Большая работа в этом направлении была проведена акад. А. П. Виноградовым и его сотрудниками¹. Применение современных методов позволяет по-новому подойти к решению загадки о происхождении и эволюции вещества Земли. Об основных направлениях, методах и результатах этих исследований, о гипотезе эволюции вещества Земли, предложенной А. П. Виноградовым, рассказывается в публикуемой статье.

¹ Подробности об исследованиях по теме настоящей статьи см. в работах А. П. Виноградова: Изотопные отношения в магматических горных породах, «Труды симпозиума по геохимии редких элементов в связи с проблемой петрогенезиса». Изд-во АН СССР, 1959; Метеориты и земная кора. «Известия АН СССР, Сер. геол.», 1959 № 10; Химическая эволюция Земли. Первое чтение им. В. И. Вернадского, Изд-во АН СССР, 1959; Происхождение вещества земной коры, «Геохимия», 1961, № 1; Происхождение оболочек Земли, «Известия АН СССР, сер. геол.», № 11, 1962.

Галактика, солнечная система, Земля... Явления трех порядков, трех различных масштабов, рожденные из одной общей материи, но не одновременно и поэтому отвечающие разным этапам ее эволюции. Каждая последующая система — часть более общей. И это заставляет нас при изучении собственной планеты постоянно обращаться к свидетелям событий в космосе.

В настоящее время материальный обмен между Землей и космосом достаточно ограничен: космические лучи и метеоритное вещество, выпадающее в виде пыли и метеоритов, не могут сколько-нибудь заметно изменить состав и массу Земли, так же как и медленная потеря земной атмосферой водорода. Однако в прошлом подобный обмен был несравненно значительнее и накопление масс космической материи сыграло решающую роль в формировании Земли. Образовавшаяся как космическое тело, Земля была совершенно непохожа на современную. И лишь длительнейший процесс дифференциации первичного земного вещества привел к возникновению тех физических и химических неоднородностей в ее строении, которые в конечном счете в сочетании с солнечной и внутриземной энергией обусловили современный облик Земли и возникновение на ней жизни. Эти неоднородности земного шара — его характернейшая черта — они служат ключом к пониманию многих процессов, скрытых от нас временем и пространством.

ХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА

Приповерхностный слой Земли изучен и осмыслен человеком лучше всего. Верхняя часть земной коры — литосфера, а также две другие наружные оболочки — гидросфера и атмосфера, входящие в состав этого слоя, — представляют собой три (твердую, жидкую и газообразную) фазы, постоянно химически обменивающиеся между собой в условиях земной поверхности. Это первый и самый очевидный пример такой неоднородности.

Крайняя химическая неоднородность вещества проявлена в литосфере. Велико разнообразие осадочных пород, возникших в результате химической и физической дифференциации при выветривании, переносе и осадконакоплении. Группа магматических пород включает силикатные и алюмосиликатные породы. В самом общем виде они могут быть подразделены на гранитные (кислые) — богатые щелочами, алюминием,

кремнием; базальтовые (основные), для которых характерны повышенные содержания кальция, железа, алюминия, и ультраосновные породы, содержащие особенно большие количества магния и железа и значительно меньше, чем во всех прочих типах пород — кремния (табл. 1).

Таблица 1

Содержание главных элементов в основных типах пород и силикатной фазе каменных метеоритов (в вес. %)

Компонент	Породы				Силикатная фаза		
	Дунит	Базальт	Гранит	Осадочные	Хондритов	Бесполевых ахондритов	Полевошпатовых ахондритов
Na	0,57	1,94	2,77	0,66	0,85	0,27	0,62
K	0,03	0,83	3,34	2,28	0,085	0,07	0,30
Ca	0,70	6,72	1,58	2,53	1,97	0,09	7,43
Mg	25,9	4,5	0,56	1,34	17,8	18,37	5,95
Fe	9,85	8,56	2,7	3,33	10,0	8,91	12,69
Al	0,45	8,76	7,70	10,45	1,74	0,58	6,19
Si	19,00	24,0	32,3	23,8	22,0	24,55	22,72
O	42,5	43,5	48,7	52,8	43,0	44,10	43,03

Отложенные в виде осадков или застывшие из магматического расплава породы с течением времени могут подвергаться изменениям, часто весьма значительным. Они образуют разнообразную группу метаморфических пород.

На поверхности континентов более всего распространены осадочные, метаморфические и кислые изверженные породы и в меньшей степени основные породы. Но океанические районы сложены в основном породами базальтового типа.

Ультраосновные породы — дуниты, перидотиты — встречаются далеко не всюду. Массивы их вытянуты узкими поясами вдоль глубоких разломов или зон глубокого прогибания земной коры, например на Урале, в Саянах. Встречаются они также среди очень древних пород, некогда находившихся на большой глубине, подобно массивам Кольского полуострова. Наконец, обломки дунитового состава выбрасываются среди лав в виде вулканических бомб при современных извержениях, а кимберлитовые трубки взрыва, принесшие к поверхности Земли алмазы, — свидетелей громадных давлений и температур, также в основном состоят из пород ультраосновного состава. Все это указывает на то, что источники ультраосновных пород располагаются, видимо, за пределами земной коры.

Сведения об этих глубинах можно получить геофизическими методами, использующими электрические, магнитные и гравитационные свойства вещества Земли. Однако главная роль принадлежит сейсмическим методам¹. Изучение этими методами обнаруженных поверхностей раздела внутри земного шара дало возможность представить себе модель его строения (см. вклейку I). Три главные области — это земная кора (слой А), мантия (В, С, Д) и ядро (Е, F). Земная кора по скоростям распространения сейсмических волн (V_p и V_s) четко отделяется от мантии. Эта граница — раздел Мохоровичича — названа так по имени ученого, впервые установившего ее. Только с ее открытием понятие «земная кора» вполне определилось — эта поверхность четко ограничивает кору снизу. В областях континентов граница Мохоровичича располагается на значительно больших глубинах (от 40 до 70 км), чем под океанами, где толщина земной коры достигает лишь 6—10 км. Более того, под континентами и океанами строение земной коры оказалось совершенно различным. На континентах повсеместно устанавливается двухслойное строение коры: сверху залегает гранитный слой, а глубже — базальтовый. Под океанами гранитный слой отсутствует, т. е. кора однослойна.

Гранитный слой — понятие условное, так как с поверхности в его состав входят не только граниты, но и осадочные, метаморфические и даже основные, базальтоидные, породы.

Мощность этого слоя изменчива. Особенно значительна она в районах молодых гор — на Кавказе, в Альпах, Гималаях и в некоторых древнейших участках земной коры, таких как Южная Африка. Базальтовый слой, также неоднородный по составу, на континентах достигает мощности 10—15 км. К периферии континентальной коры гранитный слой становится менее мощным и на границе с корой океанического типа практически полностью выклинивается. На вклейке II хорошо видно, как на глубине 20 км сохраняются лишь корни материков (красные поля), а базальтовый слой подстилает все остальные области континентальной коры (белые поля). Под дном океанов сохраняется только базальтовый слой коры, представляющий собой первую непрерывную оболочку Земли (кроме атмосферы), но мощ-

ность его колеблется всего от 6 до 8 км. Глубже границы Мохоровичича начинается верхняя мантия, сложенная более плотными, чем кора, породами ультраосновного состава.

Мантия — основная оболочка Земли. Она продолжается до глубин 2900 км. Объем ее составляет более 80% объема земного шара, а вес — около 70%. По сравнению с ней объем и вес земной коры составляют очень малую долю — соответственно лишь 1 и 0,5%. В пределах мантии возрастает плотность вещества, температура и давление, достигая у нижней границы 2000—2500° и 1 400 000 атм. На глубине 2900 км крайне резкая граница отделяет мантию и ядро (см. вклейку I). Судя по непрохождению поперечных волн, ядро Земли, во всяком случае его внешняя часть, по некоторым свойствам отвечает жидкости. Это подтверждается и недавно полученными результатами обработки наблюдений за приливами земного вещества¹.

Намеченной физической неоднородности коры и верхней мантии соответствует и химическая. Даже если говорить о самых общих чертах, то гранитный слой, а значит, и континентальная кора — это концентратор щелочей, алюминия, кремния; базальтовый слой — кальция, алюминия, железа, в меньшей степени кремния, а ультраосновная верхняя мантия — магния и железа (см. вклейку I).

¹ См. «Природа», 1963, № 4, стр. 106.

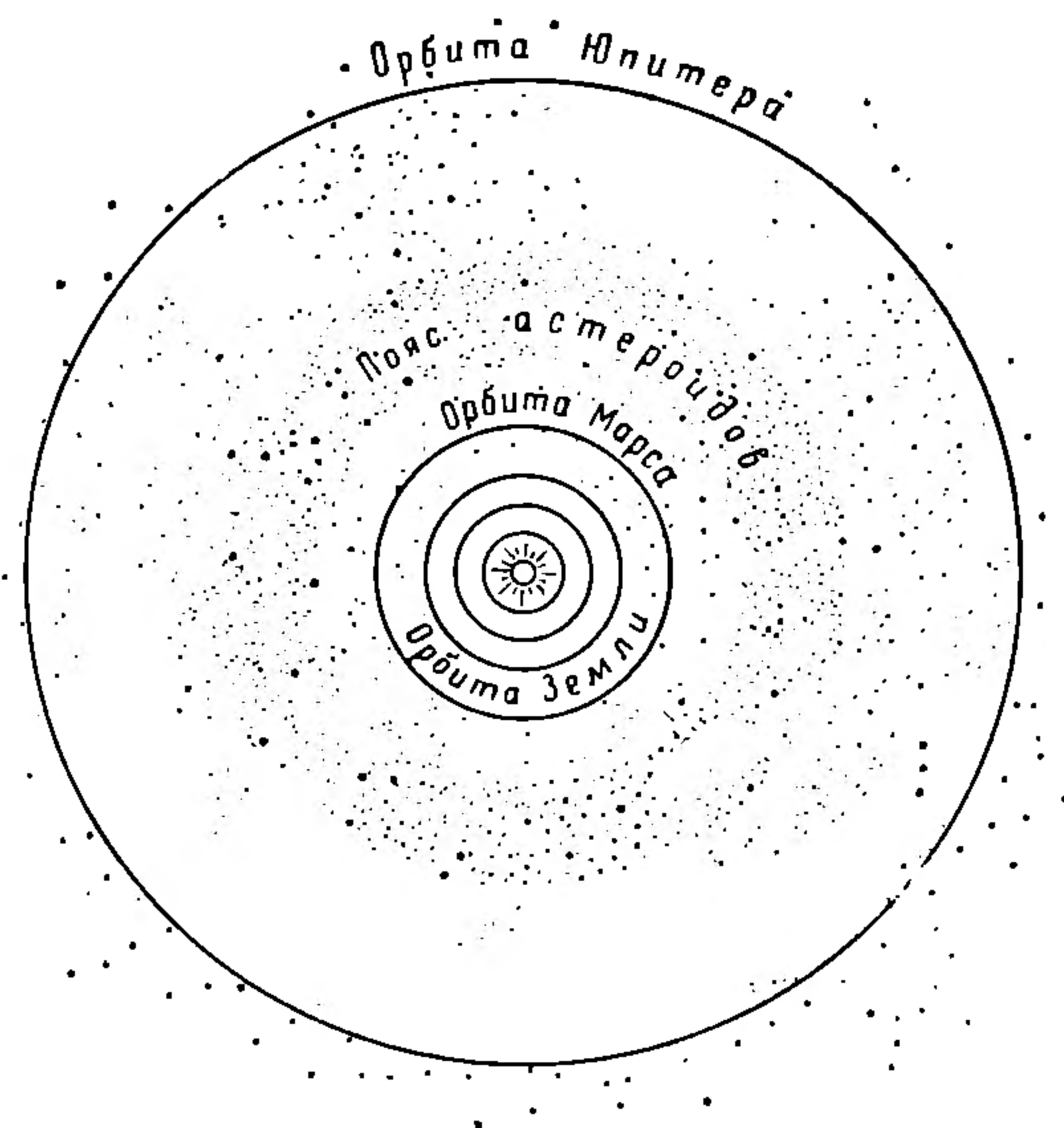


Рис. 1. Расположение пояса астероидов в солнечной системе

¹ См. «Природа», 1956, № 7, стр. 3.

Более того, по-разному распределяются также второстепенные и редкие элементы. Например, уран, торий, свинец накапливаются в кислых гранитоидных породах, титан — в основных, а никель и кобальт — в ультраосновных.

ПЕРВИЧНОЕ ВЕЩЕСТВО ЗЕМЛИ

Сейчас уже нет сомнения, что Земля состоит из оболочек и поэтому основные научные интересы переместились в область поисков тех путей и механизмов, которые привели к их образованию.

Относительное расположение земной коры и мантии — неоднородностей первого порядка — и соотношение их химического состава наводит на мысль о каких-то радиальных процессах изменения первичного, видимо, относительно однородного по своему составу вещества Земли. Но для того чтобы представить себе подобный процесс, нужно прежде всего знать исходное вещество.

Обращаться за аналогиями к далеким звездным мирам, очевидно, не стоит, так как

сейчас уже достаточно достоверно установлено различие эволюций звезд и различие процессов образования элементов, происходящих в их недрах. Напротив, аналогия с телами солнечной системы должна быть, видимо, наиболее правильной. Такое сравнение может быть проведено, с одной стороны, с Солнцем, с другой — с метеоритами.

Метеориты, падающие на Землю, не могут быть пришельцами из других миров. Пути движения их вокруг Солнца — метеоритные орбиты — очень сходны с орбитами астероидов — многочисленных мелких планетоподобных тел, скопления которых образуют пояс астероидов между орбитами Марса и Юпитера (рис. 1). Очевидно метеориты, как и Земля, принадлежат к телам земной группы планет, а не гигантских планет, подобно Юпитеру и Сатурну, которые характеризуются отличным составом благодаря избытку метана, аммиака и т. д.

Академик А. П. Виноградов, пользуясь наиболее точными экспериментальными данными, сопоставил распространенность химических элементов на Солнце, установлен-

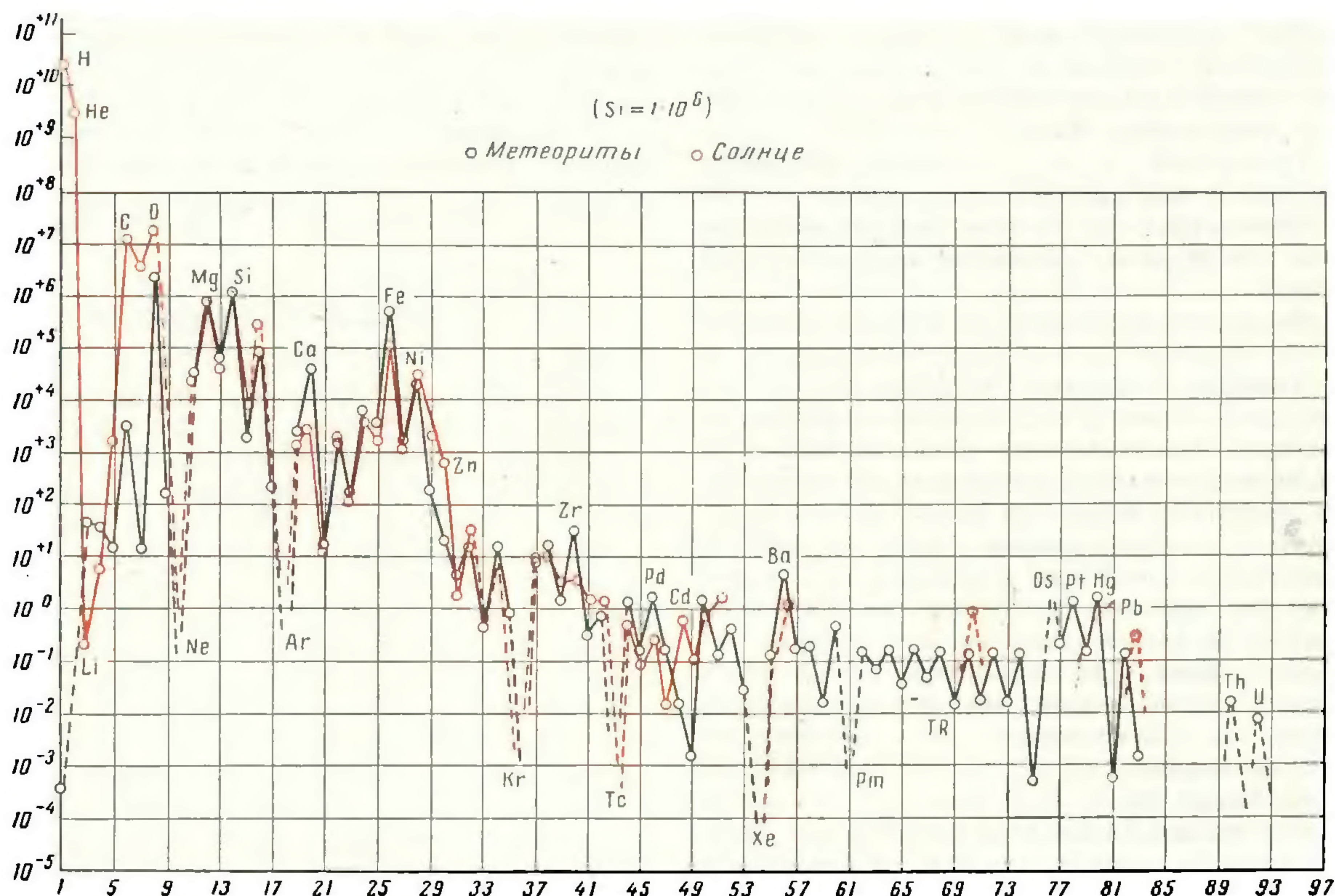


Рис. 2. Атомная распространенность элементов в каменных метеоритах и на Солнце

ную спектрально, с результатами химических исследований каменных метеоритов (рис. 2). Оказалось, что если пренебречь легкими элементами Н, Не, Li, Be, В, распространенность которых на Солнце сильно изменена реакциями в термоядерных процессах, то кривые распространенности элементов на Солнце и в каменных метеоритах очень близки, а в ряде случаев совпадают. Это указывает на аналогию составов и на единство происхождения солнечного и метеоритного вещества, а поскольку орбита Земли располагается между Солнцем и поясом астероидов,— также и на близость составов каменных метеоритов и вещества Земли. Впервые такую аналогию подметили еще в XIX в. Теперь же ученые располагают новыми доказательствами, подтверждающими это предположение, поэтому в излагаемой далее гипотезе, разрабатываемой А. П. Виноградовым, принято основное допущение — вещество мантии Земли соответствует по составу веществу каменных метеоритов.

Рассмотрим особенности самих метеоритов, среди которых выделяются три класса: каменные, железо-каменные и железные (рис. 3). Более 90% всех известных падений метеоритов приходится на хондриты — разновидность каменных метеоритов (табл. 2).

Таблица 2

Соотношение различных типов метеоритов (по Прайору)

Тип метеоритов	Число падений
Железные	42
Железо-каменные	12
Хондриты	523
Ахондриты бесполевошпатовые	24
Ахондриты полевошпатовые	31
Всего	632

Наиболее интересная особенность, отличающая хондриты от изверженных пород Земли,— это их структура. Сложены они в основном из застывших капелек силикатного вещества (рис. 4, 5) — хондр.

Размеры хондр в хондритах разнообразны — от 0,1 мм до нескольких миллиметров в диаметре, но чаще около 0,4 мм. Хондры обычно круглые (см. рис. 5), реже эллиптические или чечевицеобразные, иногда имеют вытянутый «носик», как у застывших стеклянных капель. В неизмененных хондритах соседние хондры часто соприкасаются и даже сли-



Рис. 3. Внешний вид одного из обломков железного Сихотэ-Алинского метеорита

ваются между собой. Хондры неоднородны и составлены либо оливином, либо магнезильным пироксеном (энстатитом), либо их смесью со стеклом. Пространство между хондрами заполнено пылью и обломками самих хондр. Среди цемента в заметном количестве находятся зерна и жилки самородного никелистого железа (до 12% от веса каменных метеоритов), троилита, выделения хрома и других минералов. Эти же минералы

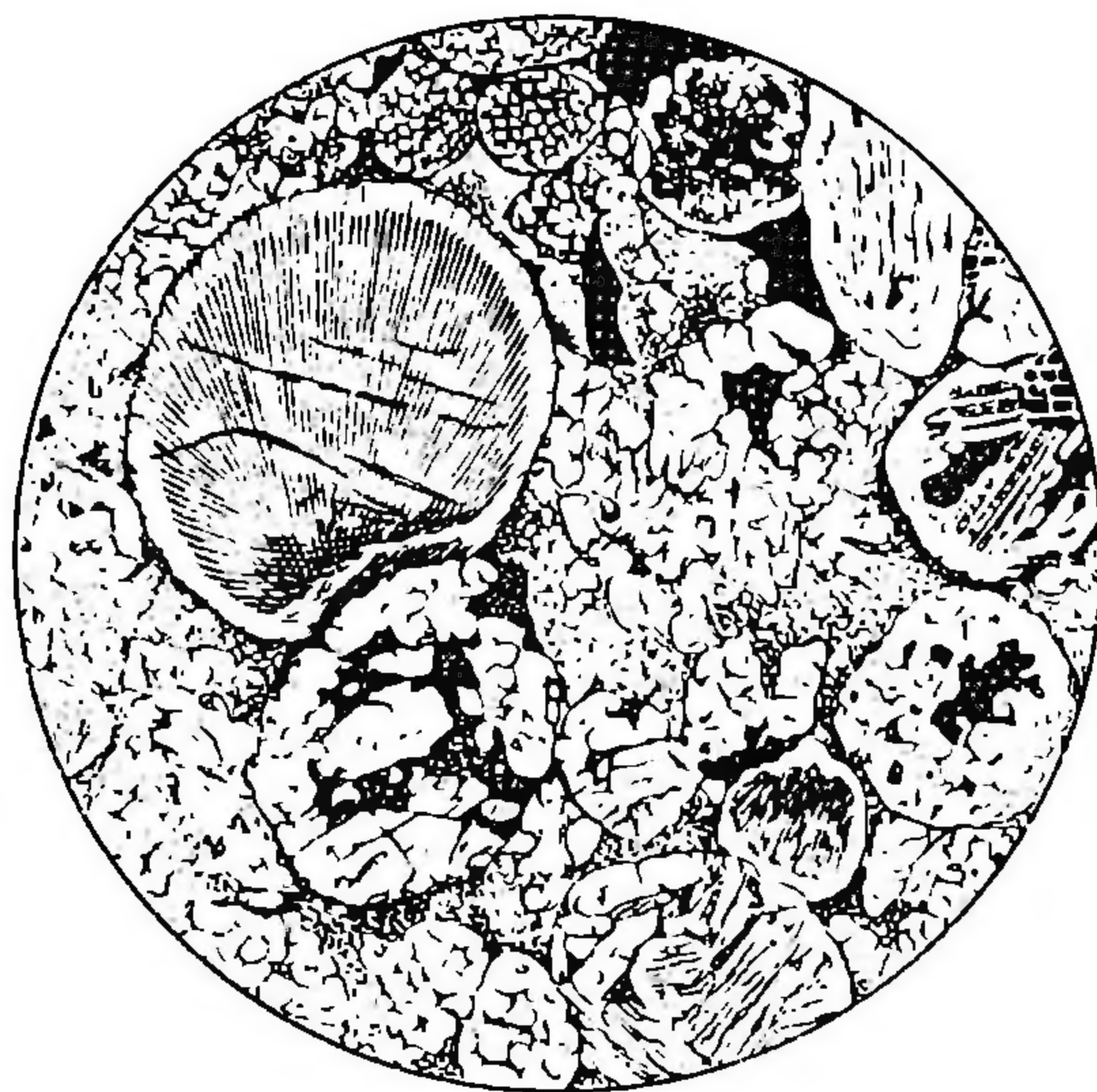


Рис. 4. Участок хондрита под микроскопом, видны хондры

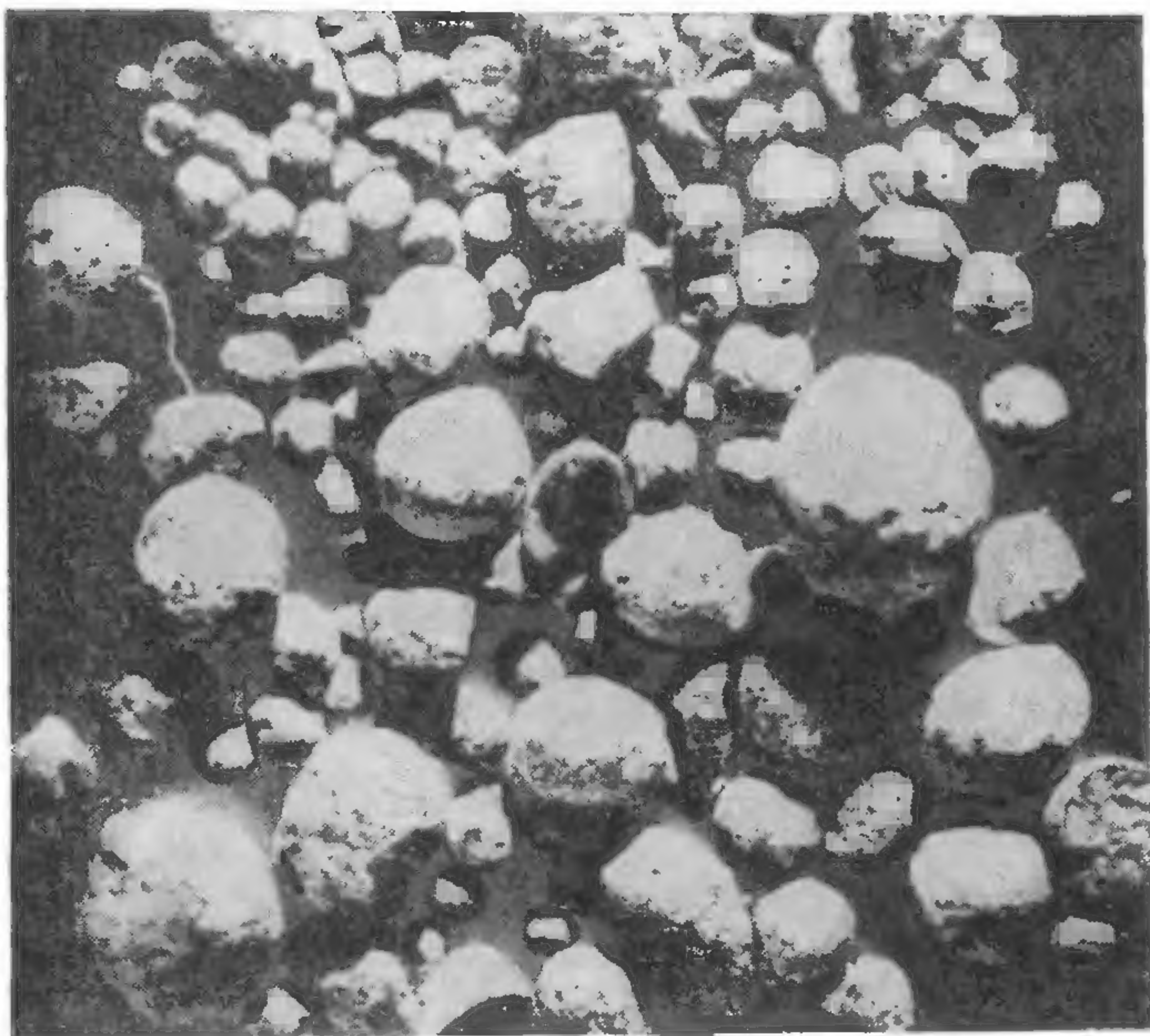


Рис. 5. Отсепарированные хондры

в виде очень мелких включений встречаются и внутри хондр. Попадаются хондры, сложенные никелистым железом и троилитом.

Среди каменных метеоритов выделяется еще группа ахондритов, — не содержащих хондр: последние либо разрушены, либо перекристаллизованы. Ахондриты состоят из более или менее крупных обломков метеоритов, иногда сцементированных в виде брекчий, некоторые — из смеси обломков зерен минералов и бывают с полевыми шпатами и без них.

Железо-каменные метеориты, в частности так называемые палласиты, представляют собой губку металлического железа, в которую включены хондры силикатного вещества (главным образом оливина и пироксена). Железные метеориты состоят целиком из никелистого железа и содержат в среднем около 8% никеля. Наиболее обычные включения в них — троилит FeS , шрейберзит $(\text{Fe}, \text{Ni}, \text{Co})_3\text{P}$ и др.

Таким образом, строение метеоритов подчеркивает образование их путем смешения разнородного материала, или, иначе говоря, их агломерационный характер. Наиболее вероятно, как считает А. П. Виноградов, что железо-железные метеориты и силикатные хондры каменных метеоритов произошли непосредственно из остывающего плазменного околосолнечного облака путем отдельной

конденсации силикатов и железа. Капельки железа в силу своих свойств легко сливались в большие массы, которые впоследствии дали начало железным метеоритам. Капельки силикатов, вероятно, многократно перекристаллизовывались в зависимости от температуры, упругости паров, поверхностных свойств вещества.

Возникшие таким образом хондры слипались в тела больших размеров, образуя хондритовые массы. Сформировавшиеся тела сталкивались друг с другом и в результате нагрева и давлений, вызванных столкновениями, разрушались и перекристаллизовывались. При этом, естественно, хондры исчезали, образовывались ахондриты. Опыты, при которых кусочки хондритов подвергали нагреву до 500° и давлению до $250\,000\text{ кг/см}^2$, привели к картине совершенно подобной той, которую можно наблюдать в измененных хондритах

брекчиевидной структуры с реликтами хондр, прожилочками троилита и т. д.

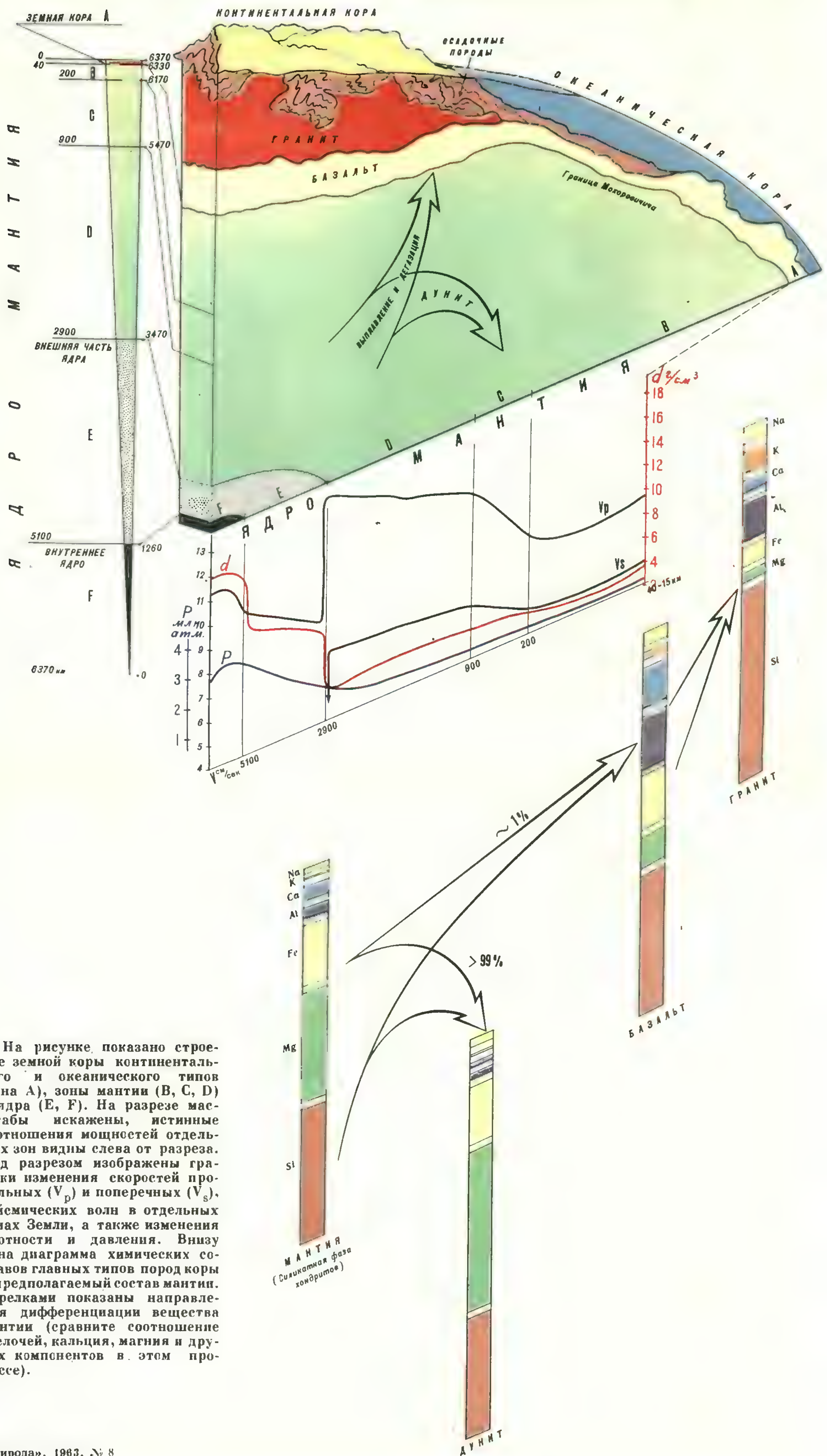
Все это доказывает, что хондры представляют собой капельно-жидкий первичный материал. Они возникли до стадии планет или метеоритных тел и, конечно, поэтому не являются продуктами какого-либо процесса дифференциации вещества в расплавах.

В соответствии с этим можно считать, что хондриты, обладающие пористостью большей, чем земные породы, образовались в поле слабого тяготения из конденсированных силикатных капелек и никелистого железа. Так же возникли палласиты. Метеориты могли скапливаться в более крупные тела, вещество которых в зависимости от размеров подвергалось значительным изменениям — от метаморфизма до образования разнообразных ахондритов. Сочетание одновременно идущих процессов дробления и агломерации привело к разнообразию типов метеоритов со сложной историей вещества.

Важно отметить, что вещество метеоритов не захватывало газы, которые не могли образовать с ним прочные соединения, — гелий, аргон, неон, водород и др. Этим объясняются небольшие количества их на Земле по сравнению с крупными планетами солнечной системы.

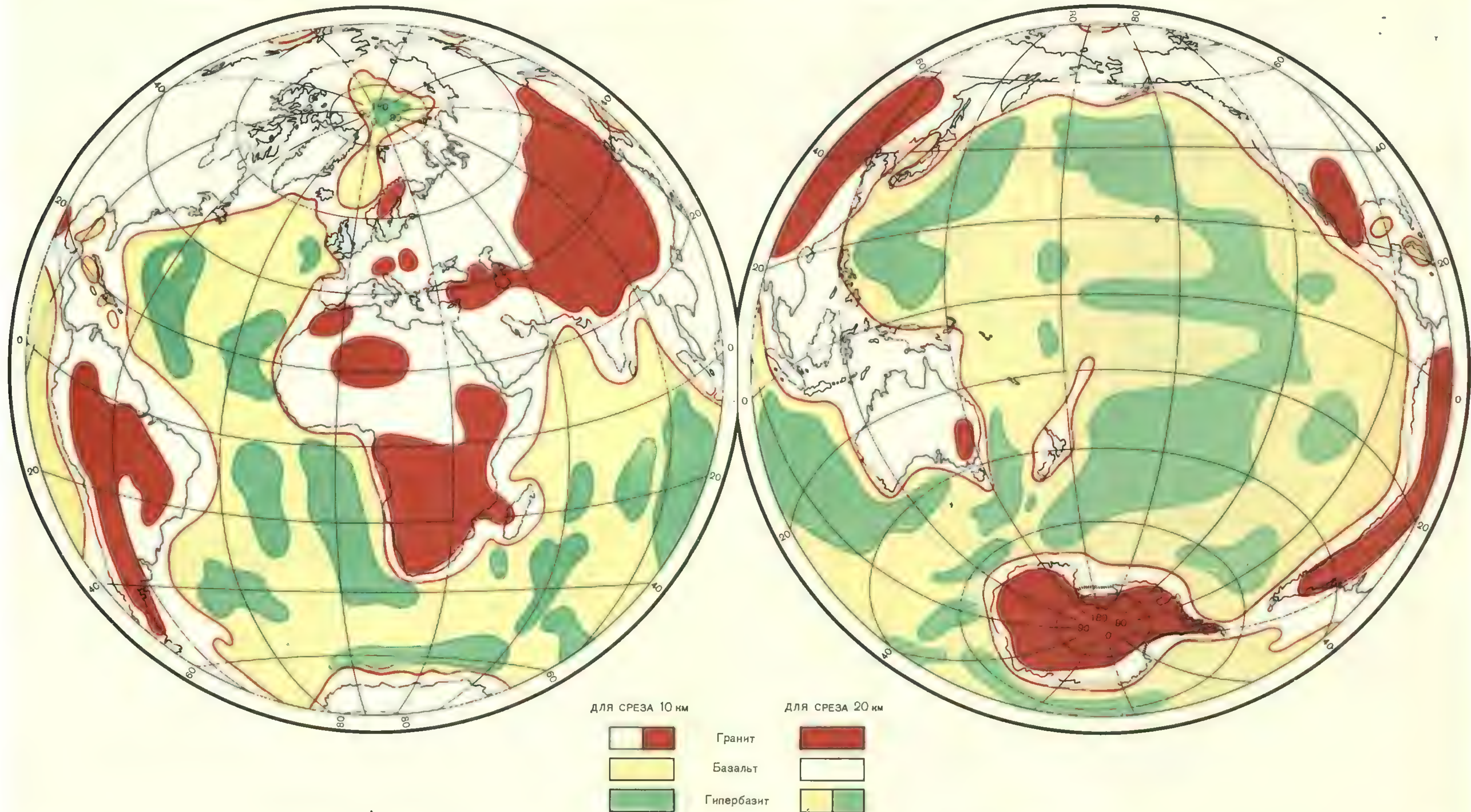
Таким образом, холодное вещество (а не расплав и не газы), заполнявшее некогда

СХЕМА СТРОЕНИЯ ЗЕМНОГО ШАРА ПО ГЕОФИЗИЧЕСКИМ ДАННЫМ



На рисунке показано строение земной коры континентального и океанического типов (зона А), зоны мантии (В, С, D) и ядра (Е, F). На разрезе масштабы искажены, истинные соотношения мощностей отдельных зон видны слева от разреза. Под разрезом изображены графики изменения скоростей продольных (V_p) и поперечных (V_s), сейсмических волн в отдельных зонах Земли, а также изменения плотности и давления. Внизу дана диаграмма химических составов главных типов пород коры и предполагаемый состав мантии. Стрелками показаны направления дифференциации вещества мантии (сравните соотношение щелочей, кальция, магния и других компонентов в этом процессе).

СХЕМА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГРАНИТОВ, БАЗАЛЬТОВ И УЛЬТРАОСНОВНЫХ ПОРОД НА РАЗЛИЧНЫХ ГЛУБИНАХ



На рисунке показано распространение гранитов, базальтов и ультраосновных пород (гипербазитов) на земном шаре в срезах на глубинах 10 и 20 км (по Р. М. Деменцкой). Срез 10 км — континентальная «гранитная» кора распространяется еще за пределы материков; базальтическая лишь местами (полярный бассейн, Мексиканский залив) проглядывает в «окна» континентов, а гипербазитовая захватила уже значительные участки под дном океанов. Срез 20 км (приблизительно) — от континентальной коры остались лишь корневые участки (показаны красным цветом), где кора наиболее мощная: в основании молодых горных сооружений и некоторых древних и древнейших складчатых областей; на остальную часть континентов распространился базальтический слой, а территория океанов уже полностью занята гипербазитами (верхней мантией)

околосолнечное пространство и связанное теснейшим родством с веществом Солнца, явилось непосредственным материалом для образования метеоритов и планет.

МЕТЕОРИТЫ И МАНТИЯ ЗЕМЛИ

Изучение метеоритов привело к необходимости признать аналогию состава хондритов (как самых распространенных метеоритов) и мантии Земли. Подтверждение этому мы находим при сравнении хондритов и дунитов, которые пока единственные из пород Земли мы можем считать за представителей вещества мантии.

В состав хондритов в среднем входят: оливин ~ 40%, пироксен ~ 27%, полевые шпаты ~ 12%, никелистое железо ~ 13% и троилит ~ 6%. Следовательно, в составе хондритов основную роль играют молекулы оливина — Mg_2SiO_4 (приблизительно с 20% Fe_2SiO_4) и пироксена — $MgSiO_3$ (приблизительно с 20% $FeSiO_3$). Таким образом, главные фазы каменных метеоритов — силикатная, железная и сульфидная — составляют более 98% (рис. 6).

В составе ультраосновных пород Земли — дунитов, перидотитов — также основную

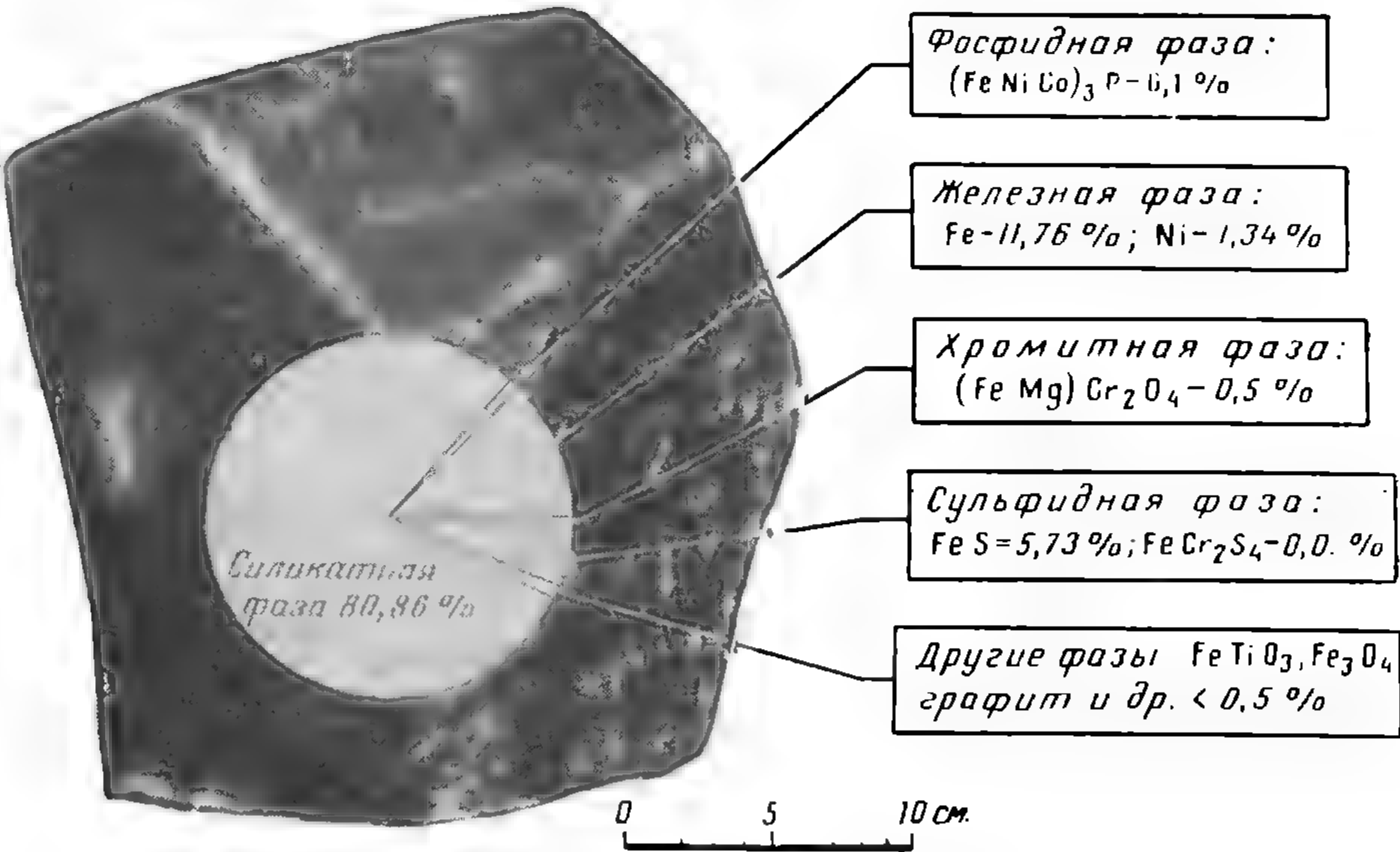


Рис. 6. Минеральные фазы в хондритах и их соотношение: диаграмма на фоне каменного метеорита Тимохина

роль играют оливины и пироксены. Сульфиды железа (пирротин и др.) и никеля (пентландит) характерны для ряда ультраосновных пород. Свободная металлическая форма никеля в метеоритах заменяется в земных породах сульфидной. Одинаковы минералы-примеси и в каменных метеоритах и в ультраосновных породах: хромит, магнетит, ильменит (в ахондритах), изредка алмазы.

Из всех магматических земных пород только ультраосновные содержат меньше 23% кремния, т. е. те количества кремния, которые характерны для хондритов. То же можно сказать и о содержании магния, кальция, железа, алюминия, щелочей (см. табл. 1). Лишь только редкие полевошпатовые ахонд-

Таблица 3

Изотопный состав кислорода, серы и углерода в метеоритах и породах

Метеориты и породы	Изотопные отношения		
	O^{18}/O^{16}	C^{13}/C^{12}	S^{32}/S^{34}
Каменные метеориты	490,3 (490,1—490,5) ¹	91,56 (91,53—91,60) ²	22,20
Дуниты	490,0 (489,2—490,7)	91,6	22,20
Базальты	489,2 (488,8—490,4)	91,61—91,66	22,18
Граниты	488,0 (487,1—488,8)	91,14—91,18	(22,16—22,19) 21,78 (21,75—22,00)

¹ Данные для хондритов; для ахондритов — 490,1 (489,4—490,8).
² Только для железных метеоритов.

риты, представляющие собой, видимо, наиболее измененную и дифференцированную часть метеоритного вещества, могут быть в какой-то мере сопоставлены с базальтами.

На ближайшие родственные связи каменных метеоритов и ультраосновных пород указывает также изотопный состав ряда легких элементов (табл. 3).

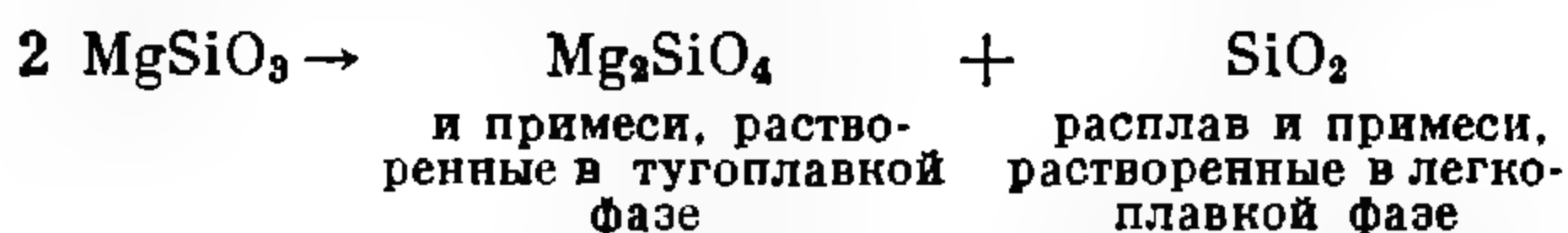
Действительно, отношения изотопов кислорода, углерода и особенно серы практически не отличаются в метеоритах и дунитах (рис. 7). Первые заметные отклонения устанавливаются для базальтов и самые значительные — для гранитов. Эта тенденция к увеличению эффекта разделения изотопов от базальтов к гранитам, безусловно, подтверждает сравнительно ограниченную дифференциацию вещества для пары мантия — дунит и несравненно большую для линии мантия — базальты и особенно граниты. Вспомним, что только около 1% мантии отторгнуто для образования коры, и станет совершенно

ясно, что 99% остатка (т. е. вещества современной мантии) действительно не должно иметь значительных отклонений в изотопных отношениях¹.

Сопоставление земных пород и метеоритов позволило А. П. Виноградову уточнить сделанное ранее допущение: не вообще Земля, а только ее мантия и не все вещество хондритов, а только их силикатная фаза, соответствуют по составу друг другу.

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ МАНТИИ И ПРОЦЕСС ЗОННОЙ ПЛАВКИ

Итак, вероятное первичное вещество мантии для нас определилось. Мы знаем и продукты его дифференциации — породы земной коры, обобщенные в два типа — граниты и базальты. Ясна химическая тенденция процесса: накопление в коре кремния, щелочей, алюминия, кальция. Поскольку основа силикатной фазы хондритов — оливин $(MgFe)_2SiO_4$ и пироксен $(Mg, Fe)SiO_3$ — то, очевидно, для расшифровки процессов необходимо знать состояние системы $MgO - SiO_2$ с примесью щелочей, алюминия, кальция, легколетучих компонентов. Она еще не изучена, но, очевидно, добавление в систему этих примесей будет понижать температуру плавления и образования более легкоплавкой фазы. При температуре свыше 1600° пироксены инконгруэнтно, т. е. с выделением Mg_2SiO_4 , расплавляются:



Можно предполагать, что именно подобный процесс идет в мантии. В течение всей геологической истории Земли происходило обогащение земной коры ее более легкоплавким веществом. Однако существовавшие представления о простом расплавлении, о разделении вещества в гравитационном поле Земли и т. д. не могли объяснить интенсивности подобного процесса и его механизма.

Новым подходом явилось предположение А. П. Виноградова о подобии этого процесса зонному плавлению, применяемому в металлургии для очистки вещества от примесей. Механизм этого процесса сводится к специфическому распределению примесей на границе расплав — кристаллизующееся вещество.

¹ Тем более, что существующая разница в отношениях, например, изотопов серы в граните и дуните очень мала: $21,78/22,20 = 0,98$.

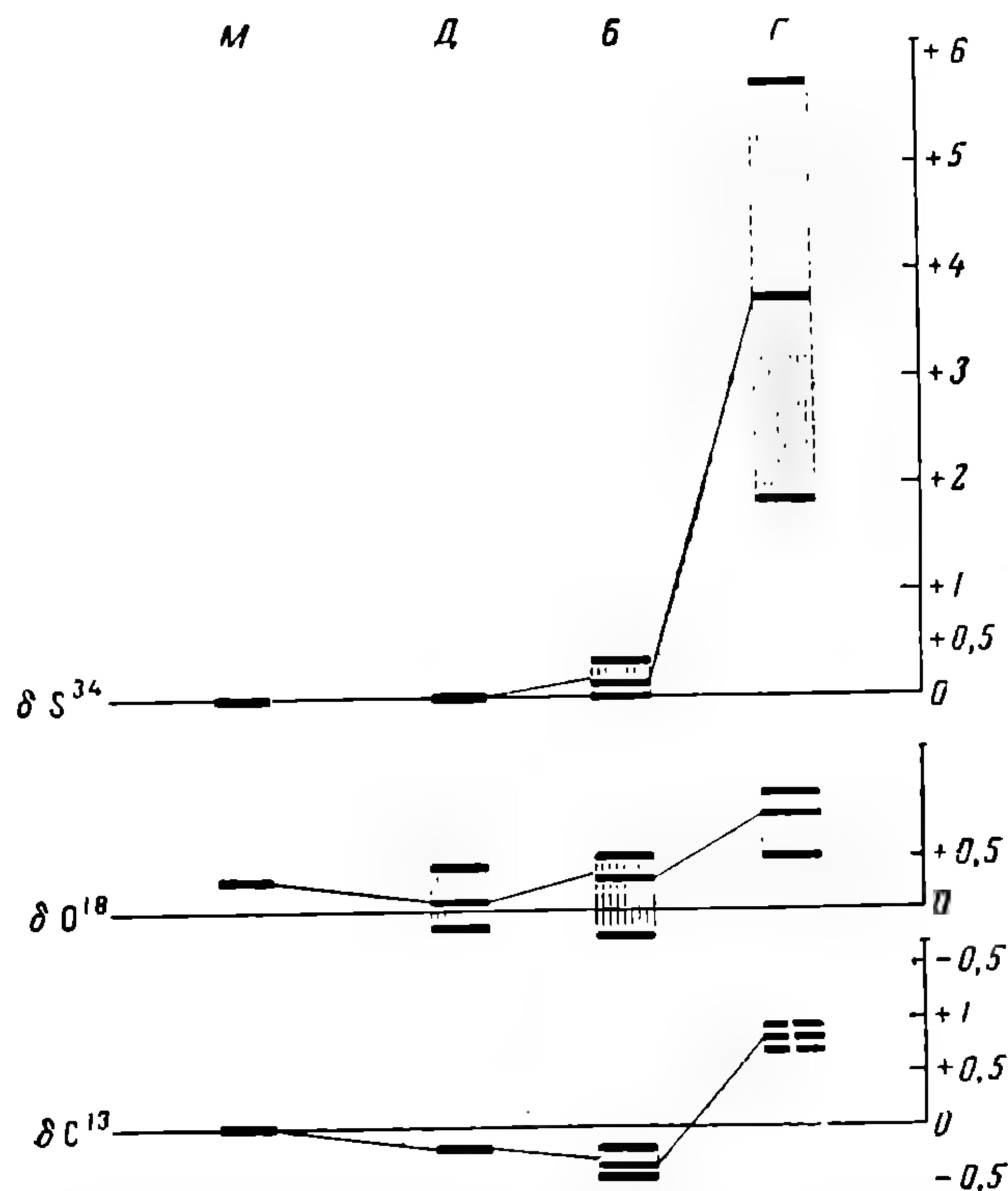


Рис. 7. Изотопные отношения серы, углерода, кислорода в каменных метеоритах, дунитах, базальтах и гранитах (изотопные отношения выражены в отклонениях δ в % от среднего метеоритного значения; заштрихованные полосы — разброс значений по отношению к среднему значению для данной породы)

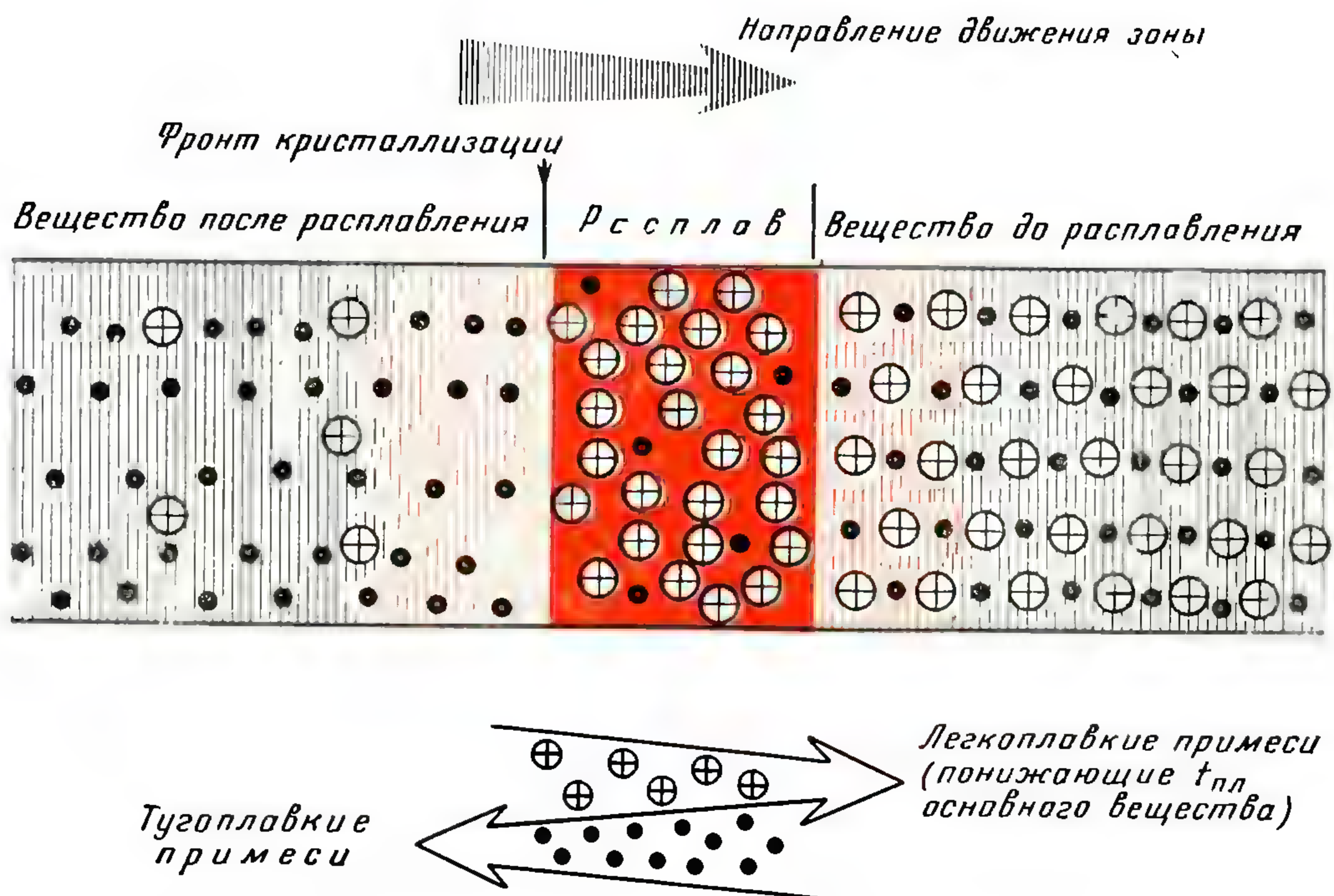


Рис. 8. Схема распределения компонентов при зонном плавлении

Легкоплавкие примеси, понижающие температуру плавления основного вещества (растворителя), в котором они распределены, предпочтительнее концентрируются в расплаве. Кристаллизующееся вещество захватывает преимущественно тугоплавкие примеси, повышающие температуру плавления растворителя. Если в слитке какого-нибудь материала расплавить узкую зону, а затем зону нагрева продвигать в одном направлении, то на фронте расплавления в расплав будут переходить и основные компоненты и содержащиеся в них примеси. Этот передовой участок все время пополняет расплав новыми порциями вещества. В тыловом участке зоны, на фронте кристаллизации, из расплава будут уходить преимущественно тугоплавкие компоненты и примеси, а легкоплавкие станут концентрироваться в расплавленной зоне (рис. 8). В результате одного продвижения зоны через весь слиток в переднем его конце мы получим повышенную концентрацию легкоплавких компонентов. Естественно, что разделение примесей на фронте кристаллизации не происходит так полно, как здесь описано. Часть легкоплавких соединений в силу законов равновесия все же захватывается кристаллизующимся веществом. Наибольшая полнота выделения их

в переднем конце слитка может быть достигнута только после неоднократного прохождения расплавленной зоны в одном направлении.

Очень важно, что при процессе зонной плавки не происходит одновременного расплавления всей массы вещества. Перемещается лишь узкая зона расплава, которая и транспортирует легкоплавкие компоненты.

Крайне привлекательной была возможность экспериментальной проверки. Зонное плавление вещества хондрита «Саратов» в течение 40 час. при температуре $1600^\circ \pm 50^\circ$ (рис. 9) продемонстрировало отчетливую картину дифференциации. В переднем конце содержание SiO_2 достигало 52—65% (в разных опытах), при исходном содержании 44,8%. Здесь преобладала стеклообразная масса с редкими кристаллами пироксена (рис. 10, слева). В противоположном конце столбика преобладал оливин в виде шестоватых кристаллов (рис. 10, справа), состав же отвечал дунитовому. Хондры исчезли на всем протяжении образца. Опыты с искусственными смесями метеоритного состава с добавкой легколетучих примесей (NaF , UO_2 и др.) также показали перемещение легкоплавких компонентов к переднему концу столбика.

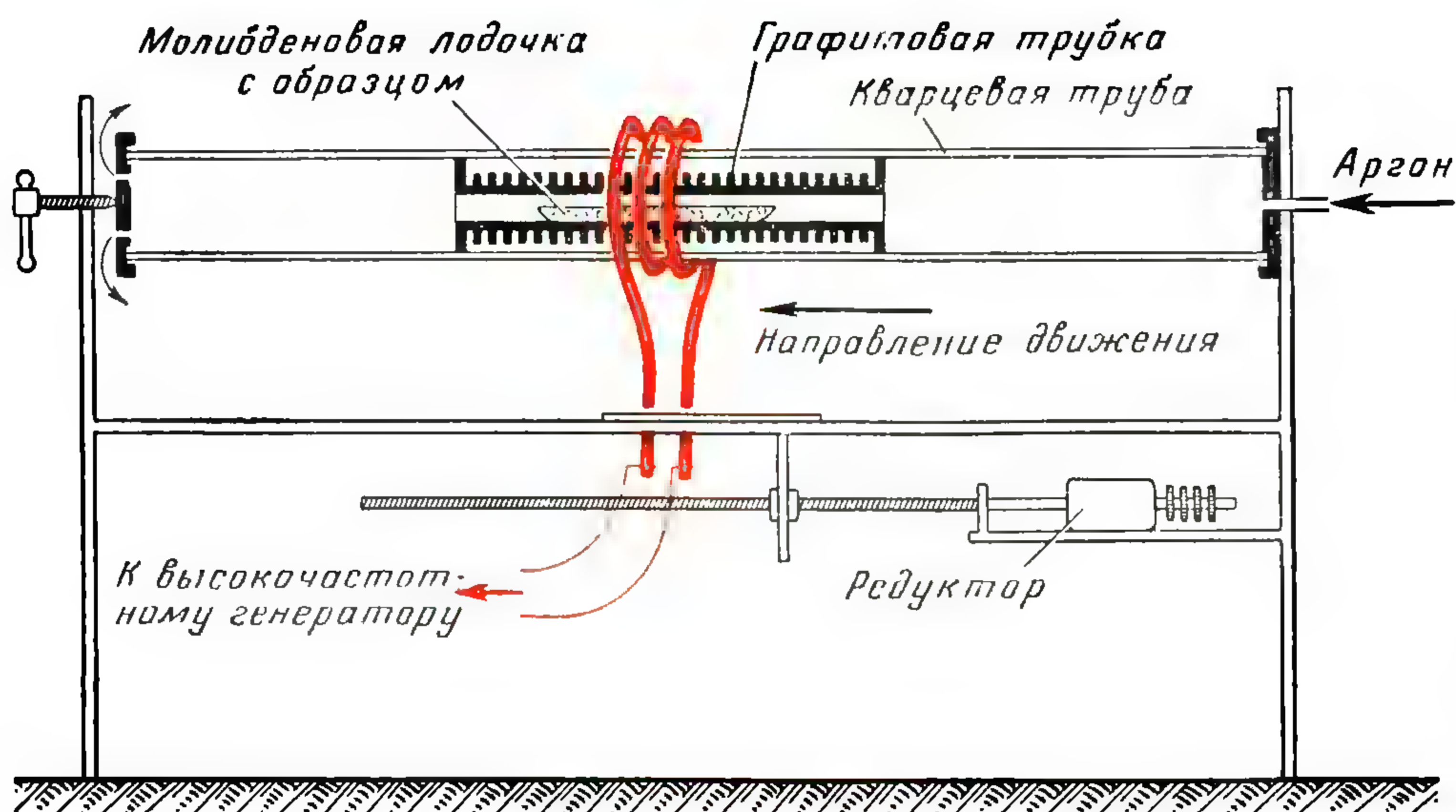


Рис. 9. Схема установки для зонного плавления

При зонной плавке силикатов магния с примесью никеля было также установлено, что никель накапливается в дунитовой фракции (рис. 11).

Таким образом было экспериментально показано разделение вещества каменного метеорита на вещество базальта и дунита, т. е. на вещество земной коры и верхней мантии.

щегося тепла (температуры) и давления приводит к тому, что на глубине в определенных зонах величина давления оказывается уже недостаточной для того, чтобы препятствовать расплавлению вещества. В результате возникают участки расплавления, которые по мере накопления тепла и оттока его вверх, очевидно, начнут перемещаться в том же направлении. При этом перемещение

будет связано не с протеканием основной массы вещества, а только с перемещением самой зоны нагрева и будет сопровождаться перемещением легкоплавких компонентов. Вероятно, гравитация усилит этот эффект.

Как видно, аналогия с процессом зонной плавки полная. В области, где отдача тепла уже настолько велика, что нового расплавления не происходит, процесс затухает. Легкоплавкие компоненты и газы, сконцентрировавшиеся в расплаве и перемещенные на более высокий уро-

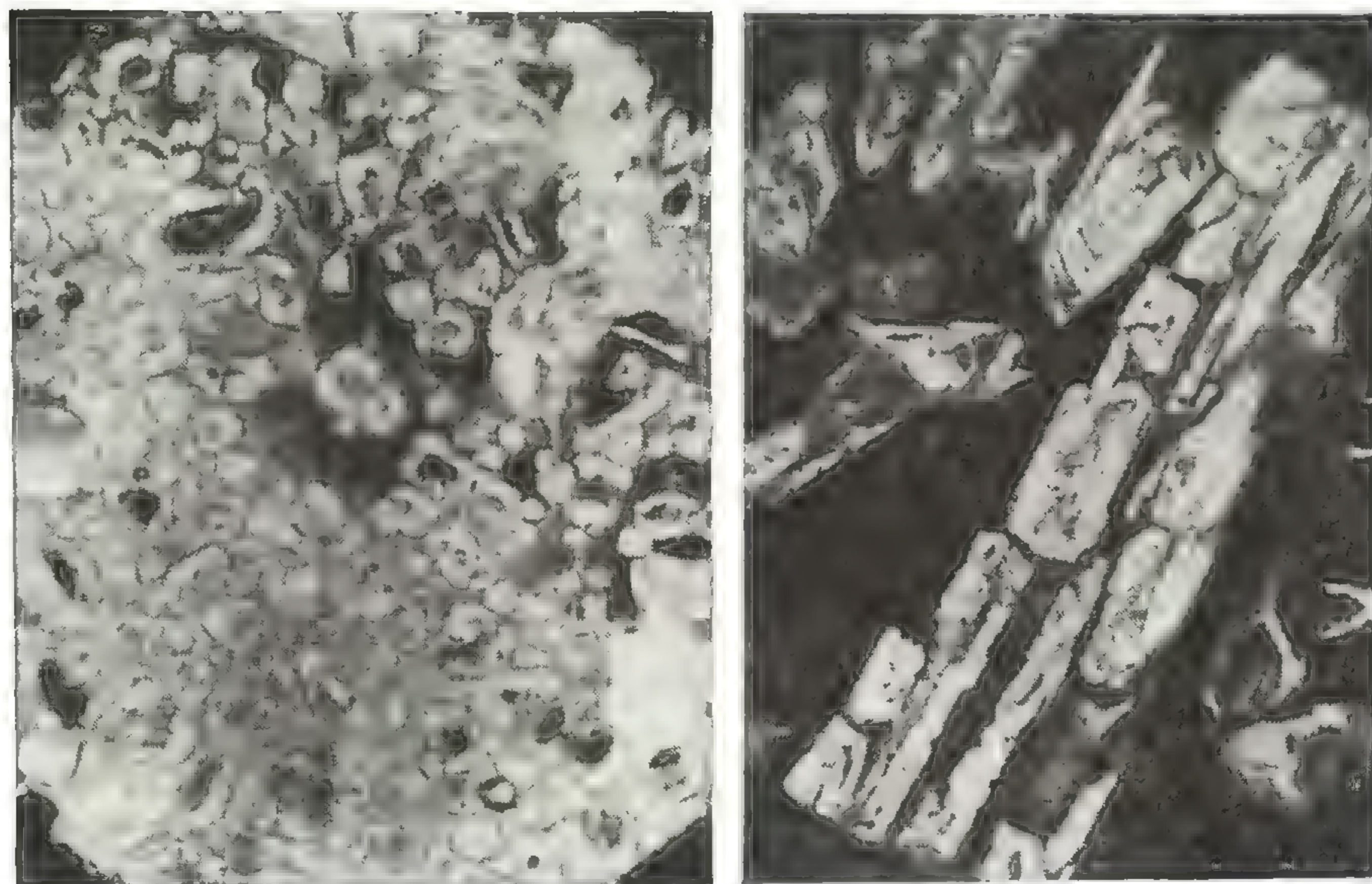


Рис. 10. Метеорит после плавления: шлиф из конца с легкоплавкой фазой (слева); шлиф из конца с тугоплавкой фазой (справа); увеличение в 75 раз

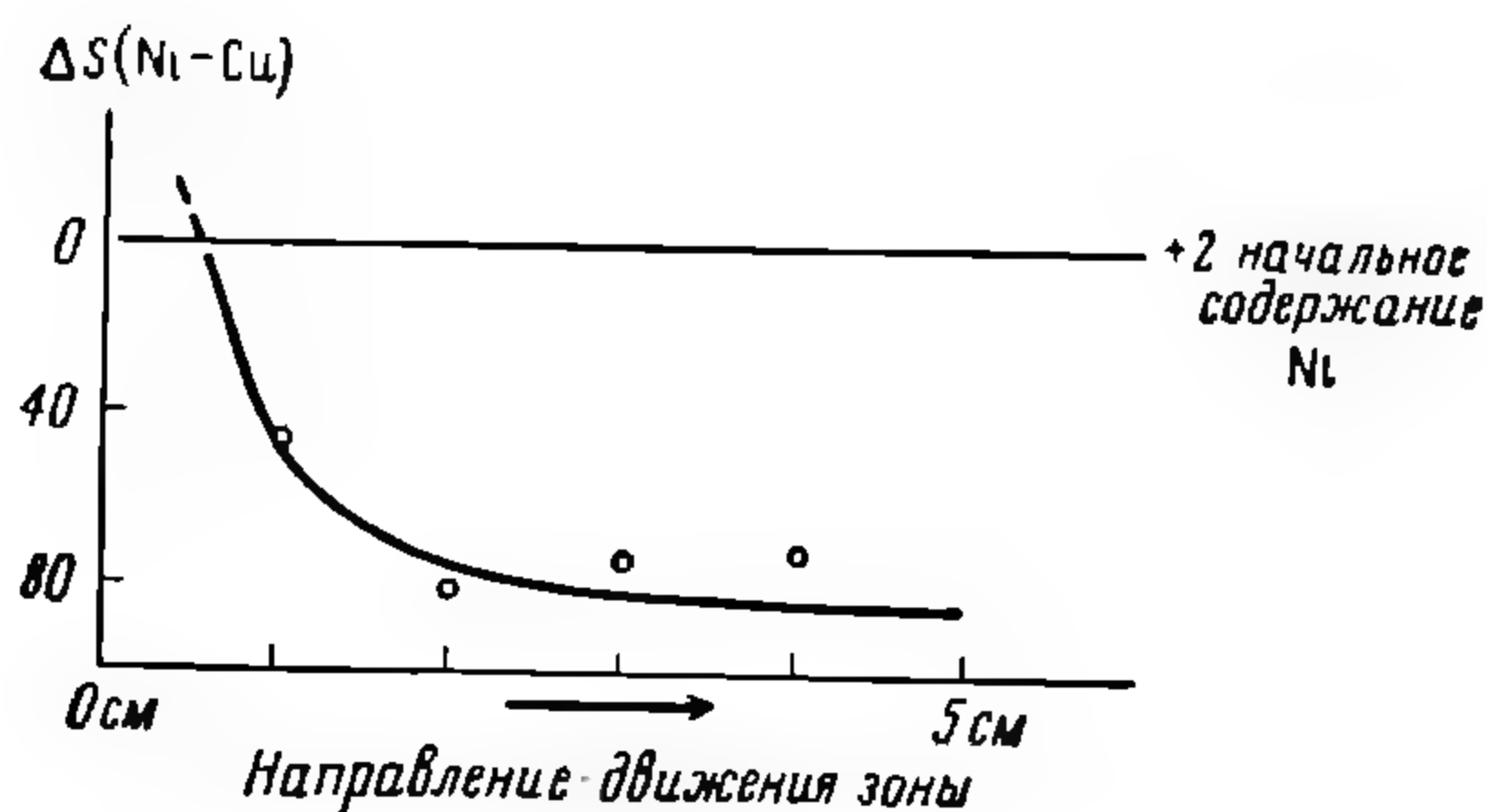


Рис. 11. Распределение никеля в силикате магнезии до опыта и после шестикратного прохождения зоны (по данным А. А. Ярошевского)

вень в недрах Земли, частично задерживаются на этом уровне, а частично удаляются в еще более верхние горизонты в виде растворов, паров, газов. В течение истории Земли такие зоны перемещающегося тепла и расплавления, видимо, возникали неоднократно.

Механизм зонного плавления достаточно хорошо объясняет суть процессов выплавления и дегазации вещества мантии. В этом свете дуниты — остаток от выплавления, а земная кора, гидросфера, атмосфера — концентраты всех выплавлений и продуктов дегазации (см. вклейку). Этот механизм, кроме того, хорошо объясняет существующее распределение элементов между мантией (веществом каменных метеоритов) и дунитами, с одной стороны, а между мантией и базальтами и гранитами — с другой. Это тоже своего рода экспериментальная проверка гипотезы выплавления и дегазации вещества мантии, которую позволяют сделать многочисленные анализы метеоритов и пород (рис. 12, см. также вклейку и табл. 1).

Исследования показали, что выделяется группа элементов, накапливающихся в остаточном дунитовом веществе — Fe, Mg, Cr, Ni, Co (группа железа), и группа элементов, стремящихся к концентрации в породах земной коры — элементы легкоплавкой фазы — Si, Al, K, Na, Ca, Ba, Rb, U и т. д. Такое строгое разделение геохимических тенденций у элементов обеих групп полностью согласуется с их свойствами и местом в периодической системе (рис. 13). В центре таблицы выделяется группа элементов, стремящихся к накоплению в дунитовых породах, т. е. в тылу процесса выплавления. Справа и слева к ним примыкают элементы базальтов и элементы совместной концентрации и в базальтах и в гранитах.

Обе эти группы с левой стороны и отчасти справа обрамлены элементами гранитных пород. Элементы атмосферы в основном тяготеют к правой стороне таблицы, к концам периодов.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ В МАНТИИ

Если процессы, идущие в земной коре, могут быть оценены на основании хорошо изученных диаграмм состояния или по аналогии с ними, то процессы в глубинных областях мантии, где давление достигает миллиона атмосфер и более, требуют иного подхода.

Господствовавшая в прошлом веке и начале этого гипотеза о первично расплавленной Земле позднее была оставлена. Одновременно с ней потеряли значение представления о сульфидно-металлическом (Fe, Ni) составе промежуточного слоя (мантии). Вместе с тем возникло предположение об относительно химически однородной силикатной мантии. Устанавливаемые геофизиками границы раздела в этом случае объяснялись тем, что под действием громадных давлений происходит изменение в структурах силикатов,

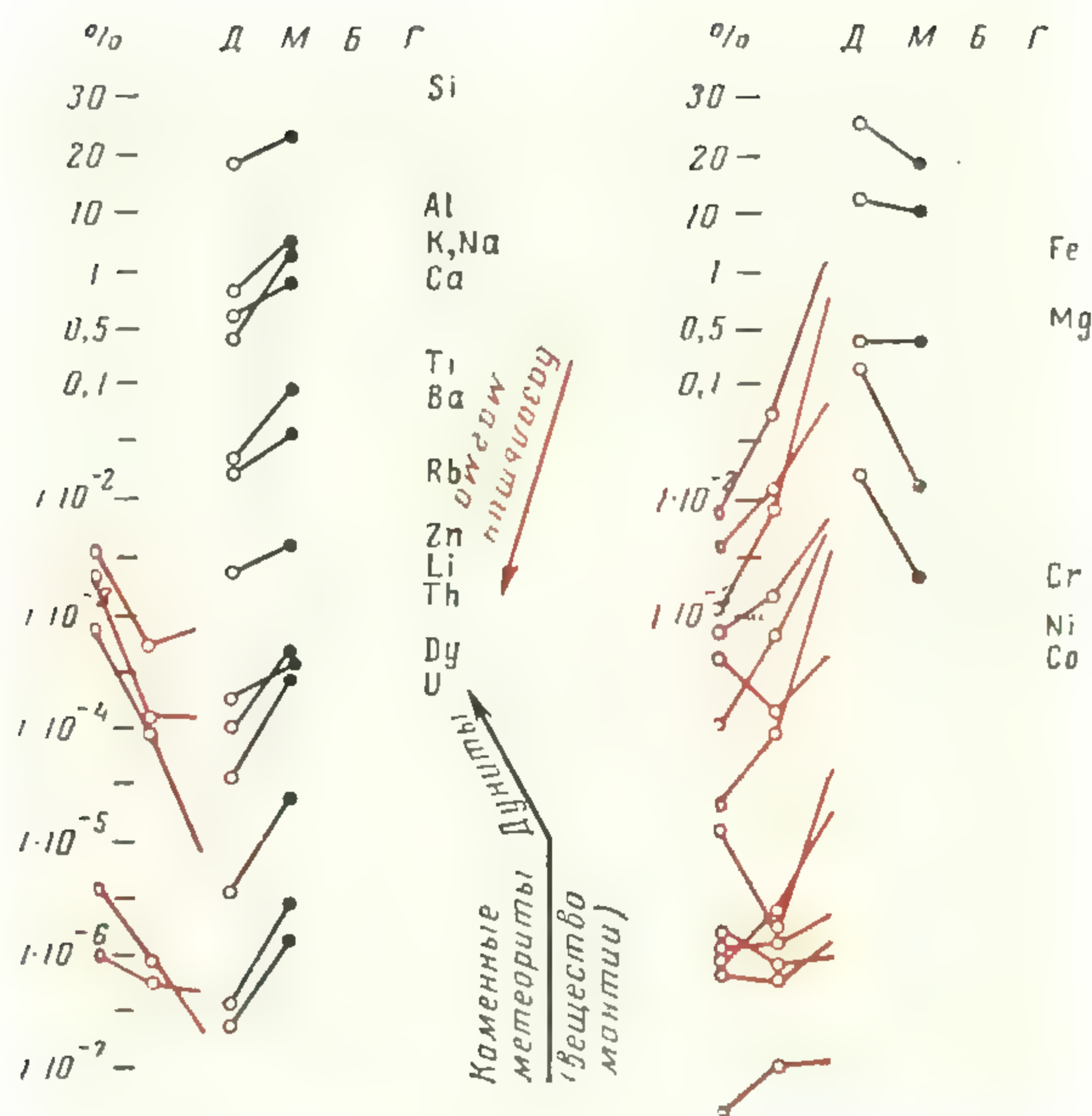


Рис. 12. Распределение главных и редких элементов при дифференциации метеоритного вещества; справа элементы, концентрирующиеся в остатке от выплавления, слева — в земной коре; каждая из групп отвечает одной из генетических ветвей, показанных ниже; М — мантия (метеориты), Д — дуниты, Б — базальты, Г — граниты

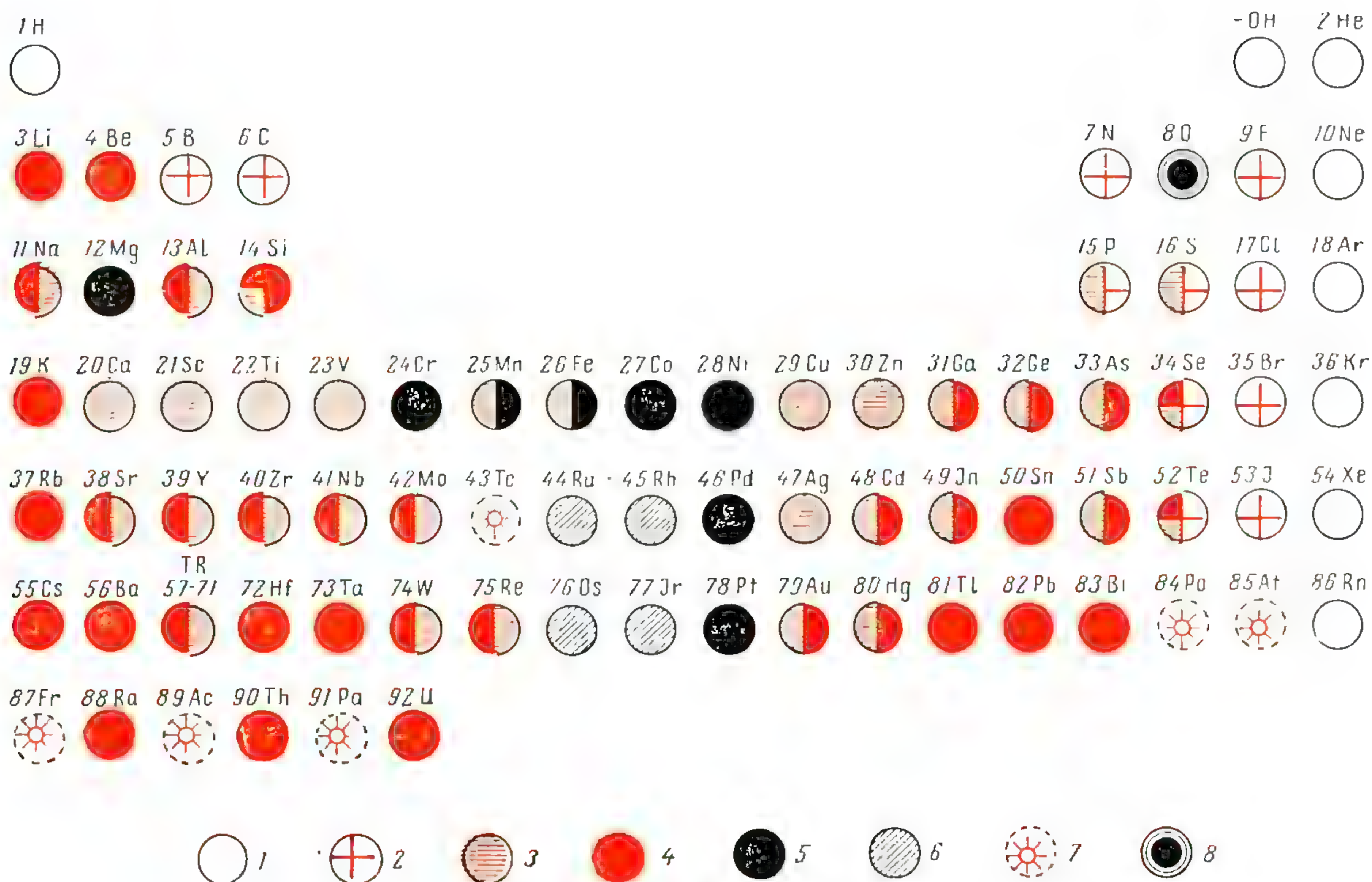


Рис. 13. Группы элементов в периодической системе Д. И. Менделеева в зависимости от их участия в процессах дегазации и выплавления. Условные обозначения: элементы активно участвующие 1 — в дегазации — накапливаются в атмосфере; 2 — то же, но накапливаются в осадочных породах, гидросфере и в меньшей степени в атмосфере; 3 — в выплавлении — накапливаются в базальтических породах; 4 — в формировании «гранитных пород» (кислых магматических, осадочных, метаморфических); 5 — в формировании остаточного вещества от выплавления (дуниты и др.); 6 — видимо относящиеся к предыдущей группе, но это не подтверждено достаточным количеством анализов. 7 — быстро распадающиеся природные и искусственные радиоактивные элементы; 8 — кислород

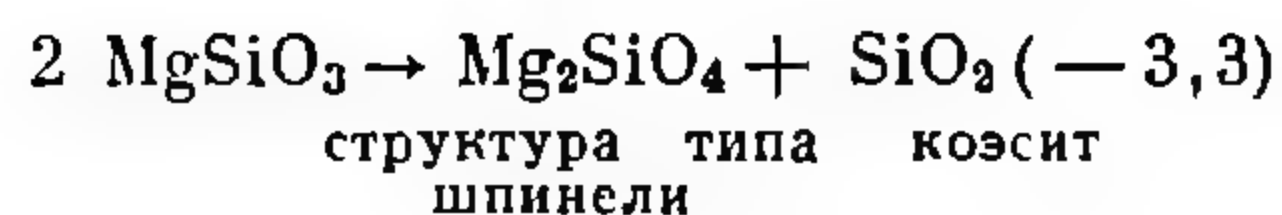
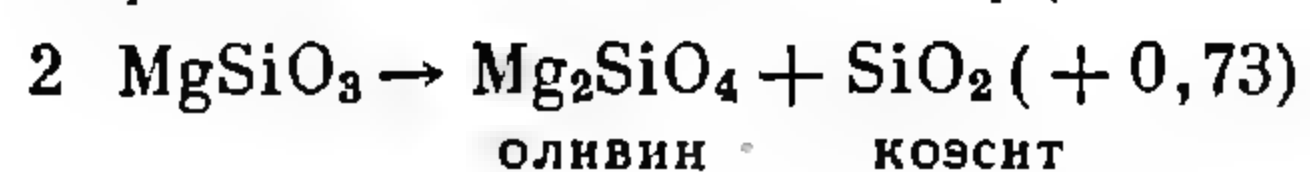
они уплотняются, другими словами, осуществляются полиморфные переходы. В связи с невозможностью расчета таких состояний вещества единственный путь изучения их в мантии — сопоставление поведения отдельных силикатов и других соединений при экспериментах с полученными для разных глубин Земли сейсмическими данными.

Сейчас уже экспериментально установлено образование более плотных модификаций минералов, например для кремнезема. Обычный кварц с плотностью 2,65 при давлении 35 тыс. атм и температуре 800° превращается в разновидность кремнезема — коэсит с плотностью 3,0.

Еще более плотная разновидность кремнезема недавно была получена в Советском Союзе. Она также найдена вместе с коэситом

в стенках Аризонского метеоритного кратера. Плотность ее 4,3. Для образования ее в лабораторных условиях потребовалось создать давление до 150 тыс. атм и температуру 1500°. Эти условия отвечают глубине около 500 км, т. е. условиям в верхней части мантии.

Вернемся к полиморфным переходам. Возможны, например, следующие превращения (в скобках изменение объема в см³/гмол):



Из первой реакции следует, что в областях коры и верхней мантии давление благоприятствует устойчивости пироксенов. С наибольшим выигрышем объема идет последняя реакция. Давление (50—175 тыс. атм) и температура (1500°), необходимые для нее, соответствуют глубинам 120—500 км, т. е. зоне С мантии (см. вклейку I). Большое влияние оказывает содержание в твердом растворе Fe_2SiO_4 , которое понижает температуру плавления и переходов в приведенных равновесиях. Поэтому равновесия $\text{Fe} + \text{SiO}_2$ и $\text{FeO} + \text{SiO}_2$ имеют громадное значение для понимания поведения системы $\text{MgO} - \text{SiO}_2$ в мантии.

При давлениях еще более высоких (зона D) увеличивается плотность и уменьшается объем силикатов. Американским геофизиком Ф. Берчем было высказано предположение, что в этих условиях происходит распад оливина на простые окислы MgO и SiO_2 с еще более плотной упаковкой типа периклаза (MgO), корунда (Al_2O_3) или рутила (TiO_2). Это предположение нашло экспериментальное подтверждение в синтезе плотной рутилоподобной модификации SiO_2 , о которой говорилось выше. Возможно, в этой обстановке происходит также деформация электронных орбит, возрастает подвижность электронов и вещество приобретает металлический характер (табл. 4).

Следовательно, зоны В и особенно С — это область наиболее активно проявленных процессов превращения вещества. Можно напомнить, что именно здесь аномально быстро возрастают скорости сейсмических волн (см. вклейку I), здесь же расположены очаги наиболее глубокофокусных землетрясений. Наиболее вероятно, что это и есть область, в которой до сих пор происходят выплавление и дегазация мантии.

ДЕГАЗАЦИЯ И ВЫПЛАВЛЕНИЕ — ПРИЧИНЫ ОБРАЗОВАНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Непосредственным материалом для построения Земли послужило холодное конденсированное вещество — хондры, их обломки, пыль. В то же время высокие температуры земных недр не вызывают сомнения. Не противоречит ли это гипотезе агломерации холодного вещества?

В небольших количествах тепло все время выделяется при распаде природных радиоактивных изотопов калия, урана и тория. Миллионы и миллиарды лет это тепло накапливалось в глубинах Земли и лишь в небольшой доле передавалось через поверхность окружающему космическому пространству. Причем при рождении Земли, около 4,7 млрд. лет тому назад, тепла выделялось в 8—9 раз больше, так как и каждого радиоактивного изотопа было значительно больше. Несомненно, этого тепла было недостаточно для расплавления всей Земли, но в отдельных участках концентрация его могла приводить к расплавлению пород. Во всяком случае это тепло было основным источником энергии, вызвавшей разделение вещества Земли и особенно ее мантии. Существуют и другие источники внутриземной энергии: тепло упругих деформаций, фазовых переходов, гравитационное тепло и т. д.

Накопление тепла в недрах Земли и отток его к поверхности послужили толчком к началу выплавления и дегазации вещества мантии. Легкоплавкая фаза, насыщенная также газами и другими легколетучими веществами, постепенно собиралась в области земной коры. Газы по трещинам и зонам разломов выделялись на поверхность Земли. Здесь часть из них (например, водяные пары) конденсировалась, дав начало водной оболочке — океанам и морям; другие образовали атмосферу.

Таблица 4

Схема строения вещества мантии

Зоны	Глубина (в км)	Давление (в кбар)	Т (в С°)	Равновесие
А — В	От слоя Мохоровичича до 200 км	80	1000	Оливин в равновесии с пироксенами, диопсид
С	От 200 до 400 км	150	1500	Оливин — шпинель в равновесии с пироксенами
С _г	От 400 до 900 км	350	2000	Оливин — шпинель, богатая Fe
Д	От 900 до 2700 км	1200	2500	Шпинель — оливин. Возможно существование плотных окисей SiO_2 , MgO и др.

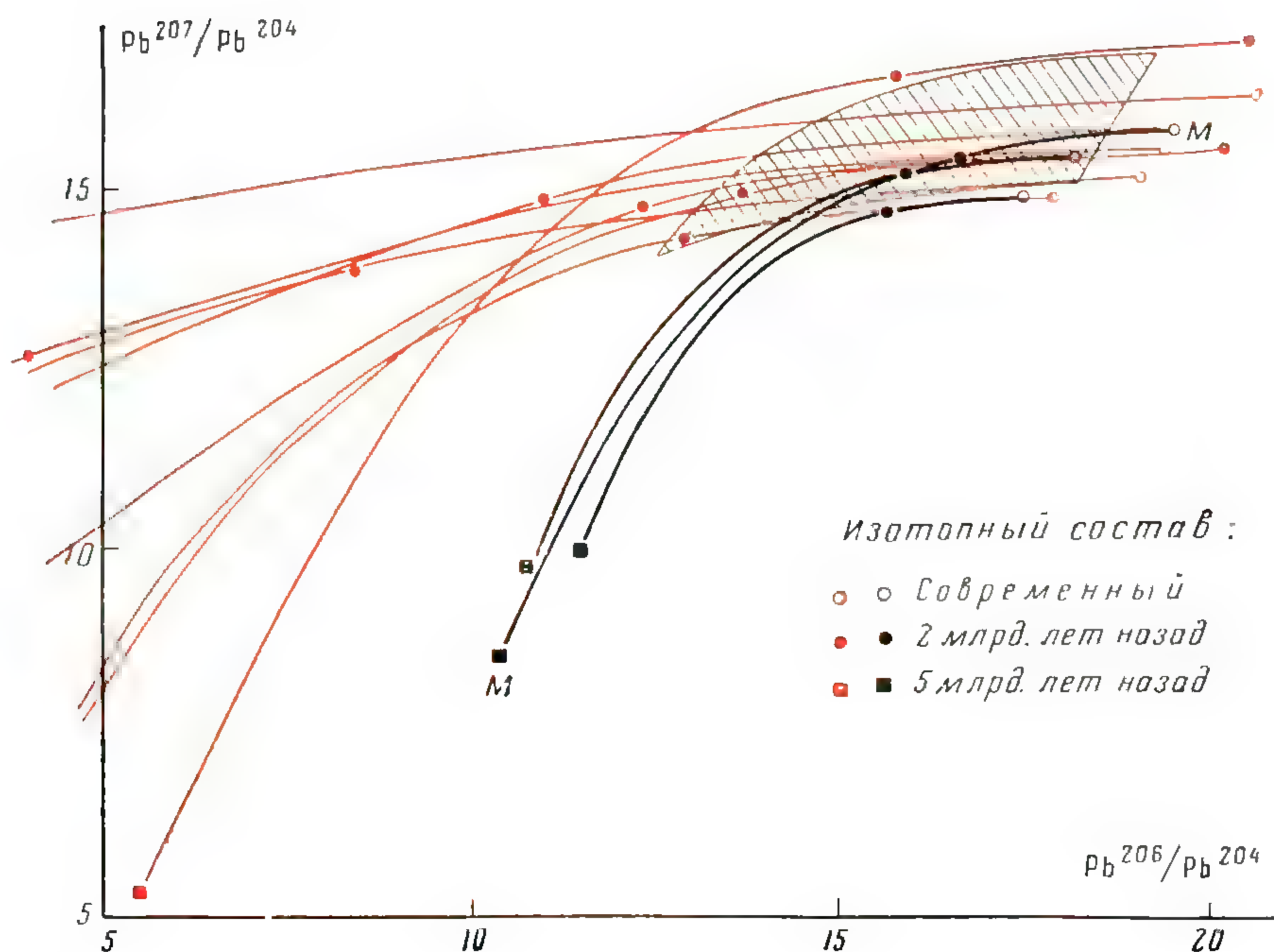


Рис. 14. Кривые изменения изотопного состава свинца в гранитах и в базальтах. Красные — граниты, черные — базальты; М — каменный метеорит; заштрихован обобщенный контур обычных рудных свинцов для всей Земли

Итак, океан и атмосфера — вторичные явления на нашей планете. При дегазации первоначальная атмосфера возникла за счет тех продуктов, которые плохо или совершенно не растворялись в воде. Такими газами были главным образом азот, и, возможно, метан. Позднее, с появлением растительных организмов начался процесс фотосинтеза — солнечные лучи вызвали разложение воды в хлорофилле растений, и в атмосферу стал в больших количествах поступать кислород. Появление масс кислорода привело к окислению аммиака и метана, и атмосфера приобрела постепенно свой современный состав, для которого характерно резкое преобладание азота и кислорода. В формировании атмосферы большую роль играли и другие биохимические процессы — дыхание, гниение, а также взаимодействие между атмосферой и гидросферой, поступление газов из разрушаемых на поверхности Земли горных пород.

Вместе с легколетучими веществами из мантии увлекались такие элементы, как калий, натрий, кремнекислота. Когда процесс завершался под дном океана, значительная часть этих элементов попадала в воду и растворялась. Если же они поступали под кон-

тинентальные участки земной коры, растворы, содержащие эти элементы, начинали взаимодействовать с породами базальтического слоя и осадочными породами. Происходило преобразование их в породы гранитного типа — так называемый процесс гранитизации земной коры.

Один из способов, позволяющих получать данные о степени дифференцированности вещества коры — изучение изотопов свинца. Если по современным изотопным составам свинца, гранитов и базальтов (используя U/Pb и Th/Pb отношения в них) попытаться рассчитать его составы в этих породах в прошлом, то получится любопыт-

ная картина (рис. 14). Кривые изменения изотопного состава свинца современных базальтов и каменных метеоритов очень близки вплоть до 5,0 млрд. лет тому назад. Кривые для гранитов палеозойского и мезозойского возраста, напротив, уже в пределах 0,5—1,5 млрд. лет вырываются за границы обобщенного контура рудных свинцов Земли (в который включены все обычные свинцы от 3,5 млрд. лет до современного времени). Это ясно указывает на то, что вещество этих гранитов возникло, как таковое, сравнительно недавно и в обстановке резко отличающейся по U/Pb и Th/Pb отношениям от базальтов. Кроме того, очевидно, что способы образования базальтов и гранитов по степени дифференциации не сравнимы между собой.

Изучение истории земной коры не было бы сейчас возможно без применения радиоактивных геохронологических методов, которые позволили расставить вехи времени, начиная с 3,5 млрд. лет тому назад и до наших дней.

Общая схема «метеоритное вещество — мантия — земная кора» отражает последовательность этапов и основную линию химической дифференциации вещества Земли. Она

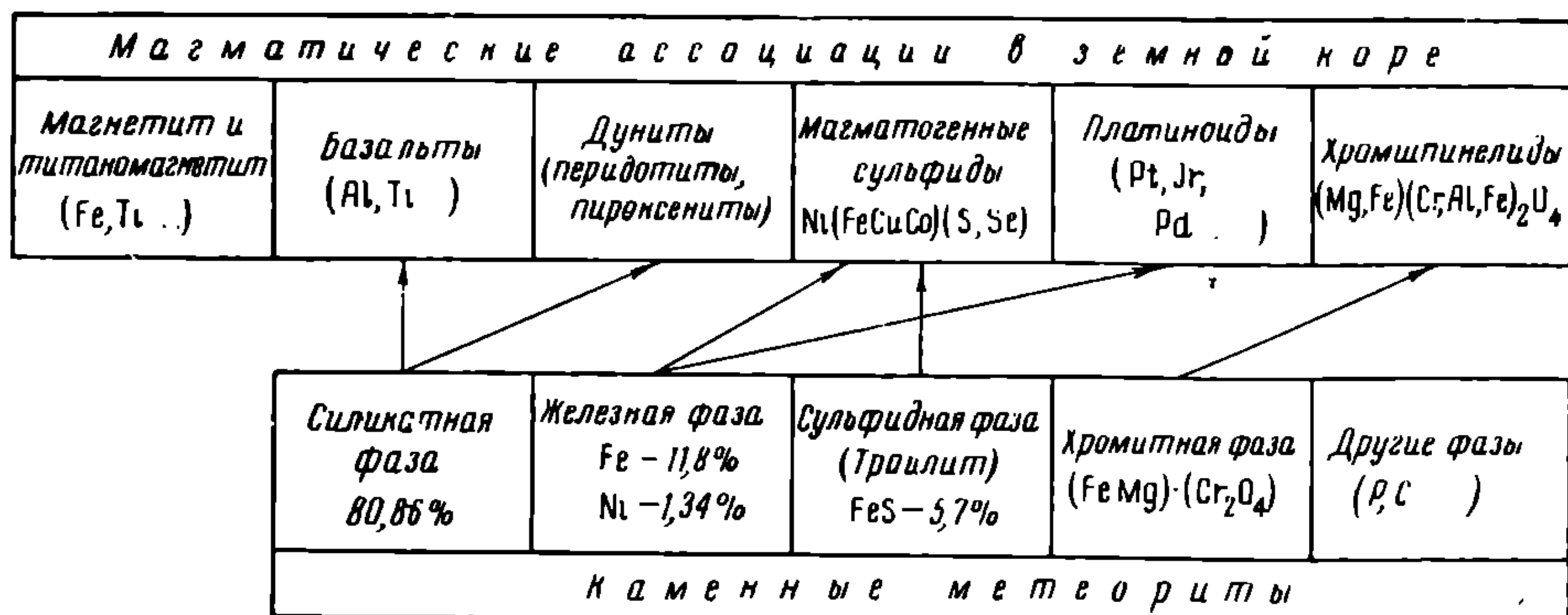


Рис. 15. Возможные соотношения между фазами метеоритного вещества и породами и рудами земной коры

включает в себя концентрацию отдельных элементов на одних этапах и рассеяние их на других. Действительно, например хром и никель, постоянно присутствующие в хондритах, не устремляются вслед за легкоплавкой частью, а накапливаются в остаточном веществе от выплавления — дунитах. Поэтому месторождения руд хрома и никеля приурочены к дунитовым и другим ультраосновным породам. Многие элементы, напротив, следуют за легкоплавкой компонентой и особенно тесно ассоциируют с породами гранитного типа, подобно молибдену, олову, вольфраму, свинцу.

Большой интерес представляла бы возможность проследить эволюцию различных фаз вещества мантии, в том числе железо-никелевой, сульфидной, хромитовой и т. д. Это дало бы возможность протянуть линию развития, заканчивающуюся формированием руд хрома, меди, никеля, кобальта, платины и других элементов. Схема возможных соотношений фаз метеоритного вещества и земных пород, предложенная А. П. Виноградовым (рис. 15), показывает, что это принципиально возможно. Но сейчас еще пока недостаточно сведений о поведении этих элементов в верхней мантии.

* * *

Итак, согласно гипотезе академика А. П. Виноградова, существующие оболочки Земли возникли в результате крайне длительного и сложного процесса разделения первичного земного вещества хондритового состава по принципу зонного плавления.

550.40

В истории Земли было два периода — начальный, относительно короткий, с интенсивным развитием процессов выплавления и дегазации, и второй — более длительный и относительно спокойный. Эти процессы продолжают и в настоящее время.

Гипотеза, о которой мы рассказали, — только

один из первых шагов в познании вещества и процессов мантии. Вероятно, некоторые ее положения могут встретить возражения со стороны исследователей смежных дисциплин, например геофизиков, в частности, о составе верхней мантии. Однако можно думать, что совместные усилия геохимиков и геофизиков разрешат эти противоречия.

Чтобы наиболее глубоко и полно познать законы распределения элементов и образования руд в земной коре, необходимо правильно понять предысторию химических процессов, развивающихся в ней, т. е. представить себе химию процессов мантии. Крайне важно изучить поведение отдельных рудных элементов на различных этапах — от нахождения их в хондритовом веществе до распределения их в породах мантии, базальтового слоя и образования ими месторождений в верхних частях земной коры. В изучении последних уже достигнуты значительные успехи.

Практическая геология сейчас направляет свои усилия на поиски месторождений, не выходящих на поверхность. Для этого необходимо установить признаки, по которым можно было бы оценивать перспективность глубоких горизонтов земной коры в отношении рудных месторождений. Проект бурения сверхглубоких скважин сквозь всю кору до мантии, кроме чисто научных задач, предусматривает решение и этих вопросов. Научная теория поведения химических элементов, особенно рудных, в этих зонах сыграет большую роль в правильной ориентировке подобных работ.

УСТОЙЧИВАЯ ПЛАЗМА

Профессор Д. А. Франк-Каменецкий

Одна из важнейших проблем современной физики — проблема управления термоядерными реакциями, которые дадут человечеству практически неисчерпаемый источник энергии. Для решения этой задачи необходимо научиться работать с раскаленной плазмой, температура которой измеряется килоэлектронвольтами, т. е. в обычных единицах — десятками миллионов градусов. Никакая твердая стенка не может выдержать таких температур, поэтому удержание термоядерной плазмы возможно только в магнитных ловушках, где роль «стенки» выполняет магнитное поле. До сих пор все усилия физиков в этом направлении разбивались об одно препятствие — неустойчивость плазмы.

Если впустить в магнитную ловушку несколько заряженных частиц, то они будут крутиться вокруг силовых линий магнитного поля и одновременно двигаться вдоль них. Магнитные силовые линии можно сравнить с рельсами, а кружочки, по которым вращаются частицы, — с колесами поезда, движущегося по этим рельсам. Пока «рельсы» прямые, «поезд» не может сойти с них, т. е. плазма удерживается в ловушке. И действительно, теория и опыт показывают, что одна частица или небольшое их число удерживаются в ловушке практически неограниченное время. Но для термоядерной реакции нужна плотная плазма, содержащая много миллиардов частиц в каждом кубическом сантиметре. Движение такого множества заряженных частиц создает электрические токи, возмущающие магнитное поле. Хуже всего то, что такое поле в свою очередь возмущает плазму, а плазма еще сильнее возмущает поле. Возникает механизм, который в кибернетике называется обратной связью, а в физике — неустойчивостью. Частицы плазмы сходят с «рельсов» и ударяются о стенки ловушки со всеми вытекающими отсюда последствиями.

До сих пор удавалось удерживать плазму в магнитных ловушках лишь в течение весьма короткого времени — около десяти-тысячной доли секунды. Борьба с неустойчивостью — основная задача физики плазмы.

В самое последнее время советским фи-

зикам удалось достичь первых блестящих успехов в этой борьбе. В Институте атомной энергии им. И. В. Курчатова в Отделе плазменных исследований, которым руководит акад. Л. А. Арцимович, группа физиков — М. С. Иоффе, Ю. Т. Байбородов, Р. И. Соболев и В. М. Петров увеличили время «жизни» плазмы в магнитной ловушке, примерно в 100 раз, доведя его до нескольких сотых долей секунды.

Успех, достигнутый М. С. Иоффе и его сотрудниками, основан на многократно уже обсуждавшейся в литературе идее комбинированных магнитных полей. До сих пор испытывались ловушки двух типов — либо с прямыми, либо со встречными полями. Прямые поля создаются токами, текущими в одном направлении. Таким полем легко окружить плазму со всех сторон. Но при этом силовые линии оказываются выпуклыми, а это значит, что магнитное поле ослабевает в направлении к периферии. В такой ловушке плазма «всплывает», как легкая жидкость, налитая под тяжелую. В этом и проявляется неустойчивость. Встречные поля создаются проводниками, в которых токи текут попеременно в противоположных направлениях. Здесь силовые линии вогнутые, а следовательно, магнитное поле к периферии усиливается. При такой конфигурации поля неустойчивость не проявляется. Но зато в ловушке с встречными полями всегда есть «дырки», через которые плазма свободно уходит из ловушки.

Группа М. С. Иоффе создала ловушку с комбинированными полями. Здесь к катушке, создающей прямое поле, добавлен «частоткол» из прямых проводников с взаимно противоположными токами, которые возбуждают встречные поля. Основное прямое поле удерживает плазму, дополнительные «стабилизирующие» встречные поля устраняют неустойчивость. Успех этой изящной идеи превзошел все ожидания. Исследователи наблюдали, как влияет на уход плазмы из ловушки возрастание стабилизирующих встречных полей. Оказалось, что когда достигается отношение суммарного поля к прямому около 1,1 — время удержания

скачком возрастает в 25—30 раз. В дальнейшем уход плазмы из ловушки уже не связан с неустойчивостью, а происходит от взаимодействия с нейтральными частицами, загрязняющими плазму. Более тщательная очистка плазмы от этих загрязнений открывает перспективу дальнейшего удлинения времени «жизни» плазмы в ловушке. Специальными измерениями было показано, что в прямом поле плазма «бурлит», как кипящая вода, а при включении стабилизирующего поля успокаивается.

Открытие советских физиков имеет большое принципиальное значение. До сих пор высказывались сомнения, действительно ли уход плазмы из ловушек связан с той неустойчивостью, которую предсказывает теория. Теперь таким сомнениям нет места. Чтобы понять механизм ухода, нужно было научиться воздействовать на него. Впервые в истории термоядерных ис-

621.0396

следований получена спокойная устойчивая плазма.

Трудно сейчас оценить все практическое значение этого открытия. Та устойчивая плазма, которая уже получена на опыте, имеет еще слишком малую плотность для заметного выхода термоядерной реакции. Но задача, которая до сих пор казалась наиболее трудной, успешно разрешена. Теперь уже не вопрос о неустойчивости становится центральным в термоядерной проблеме, а такие технические задачи, как повышение плотности плазмы, очистка ее от загрязнений и т.п.

Для технического овладения управляемыми термоядерными реакциями физикам и инженерам предстоит еще затратить немало труда. Никто не возьмется сейчас указать срок, когда термоядерная электростанция даст первый ток. Но никто не может усомниться в том, что сделан новый важный шаг в этом направлении.

ЭЙНШТЕЙН НЕ ОПРОВЕРГНУТ

В журнале «Техника — молодежи» (1963 г., № 5, стр. 7) помещена статья под названием «Нужно ли проверять Эйнштейна?», в которой сообщалось об опытах У. Кантора (США), ставивших под сомнение второй постулат теории относительности. В настоящее время опубликованы результаты опытов, которые, как и следовало ожидать, установили, что никакого нарушения второго постулата Эйнштейна не обнаружено.

Постоянство скорости света — второй постулат теории относительности Эйнштейна — было поставлено под сомнение некоторыми экспериментаторами, пытавшимися обнаружить разницу в скорости света, распространяющегося сквозь движущийся кусок стекла, по сравнению со скоростью света в покоящемся куске стекла. Однако результаты проверки не были окончательными, поскольку кусок стекла двигался со скоростью гораздо меньшей скорости света. Новое исследование, предпринятое физиком Д. Садэ, сотрудником Комиссии по атомной энергии Израиля, полностью подтвердило упомянутый постулат Эйнштейна.

Садэ основывал свои измерения на регистрации скорости γ -лучей, испускаемых при позитрон-электронной аннигиляции. Если аннигиляция происходит с покоящимися частицами (или с достаточно медленными), то родившиеся при этом два γ -фотона должны разлетаться в противоположных направлениях с одной и той же световой скоростью (в силу закона сохранения импульса) — и по теории относительности, и по классической теории. Если, однако, аннигиляция происходит с быстро летящими позитронами, то классическая теория предсказывает, что γ -лучи, испускаемые в направлении полета, должны иметь прибавку скорости, равную скорости

позитрона, а скорость γ -лучей, испускаемых назад, должна на столько же быть медленнее. Поскольку в этих опытах использовались позитроны, скорость которых, как правило, составляла около половины световой, классический эффект мог быть легко обнаружен.

Для сравнения двух различных предсказаний Садэ изобрел простое устройство. На одном конце короткого туннеля он поместил кусочек β -активного изотопа Cu^{64} , испускающего позитроны. Вылетающие из туннеля позитроны попадали в мишень, изготовленную из органического стекла. В 60 см от мишени почти в противоположных направлениях были установлены два кристалла, которые высвечивали (сцинтиллировали) под воздействием γ -лучей. Один кристалл регистрировал γ -лучи, испускаемые преимущественно в направлении полета позитрона; другой — испускаемые в противоположную сторону. Вспышки этих кристаллов регистрировались фотоумножителями, подключенными к единой электронной схеме, при помощи которой Садэ установил, что оба γ -кванта одного и того же акта аннигиляции имеют одинаковую скорость. Это подтвердило еще раз второй постулат Эйнштейна.

*«Scientific American», v. 208, 1963, № 5,
p. 77—78 (США)*



МОЛОДОСТЬ ДРЕВНЕЙ НАУКИ

МОРФОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ ЗАКЛЮЧАЕТ СОЮЗ С ТЕХНИКОЙ

В. М. Белькович, А. В. Яблоков

Кандидаты биологических наук

Институт морфологии животных им. А. Н. Северцова АН СССР (Москва)

«Изобретения» живой природы — на службу технике * Как разговаривают киты? * Кит — ультразвуковой прожектор и пушка * Запахи в воде воспринимаются ... языком * Без скафандра на сотни метров в глубь океана * Хвост кита — винт с переменным шагом * Теплокровные животные с пойкилотермной оболочкой * Морфология на новом этапе

За миллионы лет эволюции живая природа создала такие структуры, совершенство которых порой далеко превосходит все, что достигнуто технической мыслью и трудом человека. Природа действовала испытанным методом «проб и ошибок», причем цена «ошибки» была максимальная, т. е. она стоила жизни существу, не обладавшему достаточно эффективным средством приспособления к условиям окружающей среды. Развитие органического мира продолжает ставить такие требования перед живущими видами и теперь. Здесь и способность к быстрому, с минимальными затратами энергии, передвижению в среде различной плотности (воздух, вода, почва), и способность мгновенно реагировать на появляющуюся добычу или приближающегося врага, и острота зрения при различной освещенности, острота слуха, способность оставлять и расшифровывать следы в виде запахов, и все то бесконечное множество отдельных особенностей, которые в конце концов и характеризуют каждый вид животных, каждую конкретную особь.

В ряду многих биологических дисциплин одной из самых древних можно считать, пожалуй, морфологию. Древние греки, египтяне, финикийцы, китайцы и другие народы были превосходными анатомами. Ведь знание особенностей строения живот-

ных и их повадок было столь же необходимо первобытному охотнику, как нашему современнику необходимо знание правил уличного движения или пользования телефоном.

Лишь в конце 50-х годов нашего века стало ясно, что жизнь выдвигает морфологию животных, ее казалось бы второстепенные разделы — описательную, сравнительную и функциональную морфологию — на новые и чрезвычайно перспективные рубежи развития. Глубина познания морфологии в области строения живых существ оказалась настолько значительной, а развитие техники настолько вплотную подошло к необходимости решения проблем, уже давно решенных природой, что возникла необходимость объединения усилий морфологов и техников.

Все более выдвигалась потребность сознательного моделирования «изобретений» природы для их перевоплощения в технические конструкции. Именно так и возникло новое научное направление бионика, которое в наши дни развивается все шире и шире.

Безусловно, человек и раньше не раз заимствовал у природы технические идеи — будь то попытки создания аппарата с машущим крылом или самозатачивающихся резцов, аналогичных зубам белки или бобра. Но эти попытки были случайны и не могли

определить развития отдельных отраслей техники. Теперь же поиски решений тех или иных технических задач в природе ведутся целенаправленно, большими коллективами ученых в различных странах.

Круг вопросов, затрагиваемых бионикой, весьма широк. В первую очередь следует назвать проблему ориентации в окружающей среде. Как животные безошибочно находят путь на протяжении тысяч километров? Как ориентируются птицы во время своих длинейших перелетов, киты — во время миграций на тысячи километров? Как определяют свое положение киты, ныряя на огромные глубины, где царит мрак? Как самцы бабочек находят за десятки километров самку? Как ориентируются пчелы, находя дорогу к цветку и к своему улью? Решение этих и сотен подобных вопросов уже сейчас может помочь человеку при создании сложнейших приборов.

Можно с уверенностью сказать, что казавшаяся еще недавно такой заманчивой и недостижимой мечта летать как птица, не осуществлена до сих пор именно потому, что инженеры и конструкторы слишком мало знали о полете птиц. Широкие биологические исследования в этой области орнитологии сегодня служат гарантией того, что орнитоптер сможет стать такой же обычной машиной, как велосипед или мотороллер. Но может быть в летательных аппаратах будущего окажется целесообразней использовать принципы полета не птиц, а насекомых?

В этой статье нам хочется остановиться на некоторых проблемах бионики, связанных с изучением морских млекопитающих.

КАКОВ «ЯЗЫК» КИТОВ?

Во времена парусного флота моряки уже хорошо знали, что рыбы и киты не безмолвны. На основе этих знаний и сейчас во многих местах используют звуковые приманки для ловли рыб, по звукам определяют концентрацию и места подхода их косяков и пр. Из всех китов наиболее одаренной в звуковом отношении считают белуху *Delphinapterus leucas*. В ее звуковой «репертуар» входит и рев быка, и хрюканье свиньи, и скрежет зубов, а также глухие стоны и свисты, и даже игра на ксилофоне и т. д. Но наиболее часто звуки белух напоминают переливчатые птичьи тре-

ли, за что ее и прозвали «морской канарейкой».

В настоящее время можно считать окончательно выясненным, что все китообразные издают звуки. Усатые киты издают низкочастотные «стоны» (менее 1 кгц), а спектр звуков зубатых китообразных необычайно велик (от 150 до 170 000 гц, а по некоторым сведениям и до 195 000 гц). Сейчас твердо установлено, что зубатые киты используют этот богатейший арсенал звуков для разнообразных целей, и в том числе для эхолокации. Проведенные при помощи специальной аппаратуры исследования, как непосредственно в природе, так и в океанариумах, показали, что каждый вид зубатых китов использует несколько типов звуков. Так, у кашалота (*Physeter catodon*) зарегистрировано три основных типа звуков: щелчки, скрипы и серии коротких «ударов»; у обыкновенного дельфина (*Delphinus delphis*), встречающегося и в Черном море, отмечены пересвистывания, скрип, похожий на мяуканье, потрескивание; у афалины, также обитающей в Черном море, обнаружено шесть типов звуков: свист, «лай», «мяуканье», «жалобный вой», «хныканье», взвизгивание, хлопки, скрежет и скрип, и, наконец, щелканье. У гринды (*Globicephalus melas*) отмечено пять типов звуков: свист на высоких нотах, «чмоканье», «икота», скрип и «хныканье». Но самыми разнообразными оказались все же звуки белух (рис. 1).

Приведенные данные наглядно показывают богатство звуков, которыми пользуются китообразные. Характерно, что все исследованные зубатые киты используют определенный тип звуков для определенных целей. Первый общий тип звуков — это длительные импульсы с переменной частотой — свисты различной продолжительности (от 1 до 5 сек.) с частотой 7—20 кгц, которые используются для общей ориентировки. Приводим их характеристику для некоторых видов дельфинов.

Звуки второго типа — короткие импульсы с постоянной частотой: скрипы, щелканья,

Вид	Белуха	Афалина	Обыкновенный дельфин	Белобочий дельфин
Частота в кгц	3,45—9,1	4—15	8—13	7—16
Средняя продолжительность посылки в мсек	283	500	700	700

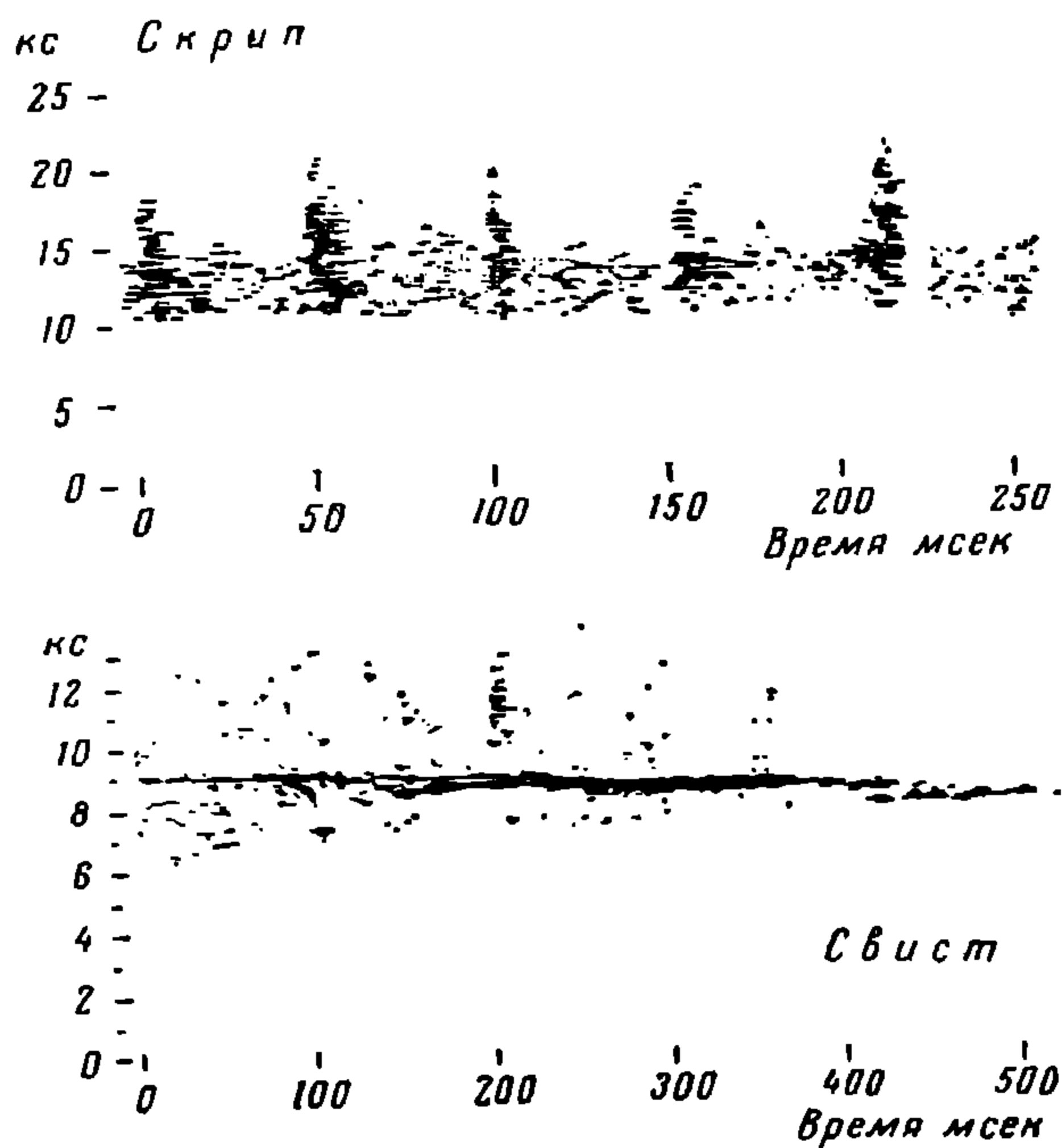


Рис. 1. Сонограмма свиста и скрипа белухи (по М. Р. Фиш и В. Моубрей, 1962)

треск, продолжительностью до 0,7 сек. с частотой посылок 15—210 в сек. и частотами акустических компонентов в 12—170 кгц служат для тонкой эхолокации. Их характеристика для некоторых видов дельфинов (в сравнении с сонарной установкой) следующая

Вид	Белуха	Афалина	Обыкновенный дельфин	Белобочий дельфин	Сонар
Частота посылок в сек.	15—210	16—190	серия 12—40 msec	30—80	12—240

Эта локационная способность дельфинов играет исключительно важную роль во время охоты, питания, знакомства с новыми предметами, преодоления препятствий. Прямые наблюдения над дельфинами в океанариумах показали высокую точность их эхолокации. С расстояния 25—30 м афалины безошибочно подплывали к брошенной в воду дробинке, предварительно «ощупав» ее звуковым пучком. Эксперименты показали, что эти дельфины безошибочно различают на большом расстоянии и в темноте видовую принадлежность рыб. В бассейн

помещались две мертвые рыбы, очень сходные по размерам и форме, из которых одна составляла любимую пищу дельфина, а другая не особенно ему нравилась. За много метров до рыб дельфины начинали интенсивно локцировать и безошибочно направлялись к предпочитаемому виду.

Третья категория звуков, наиболее разнообразная и специфичная, используется в качестве сигнальной для связи особей между собой, внутри стада. Можно считать доказанной громадную изменчивость каждого простого сигнала как у одного индивида, так и у разных особей одного вида. Пока еще нельзя во всех случаях связывать физическую характеристику сигнала со смысловым содержанием, но в некоторых случаях такая связь уже намечается. В возбужденном состоянии дельфины пересвистываются, во время преследования добычи «лают», во время питания раздается «мяуканье», при испуге — писк; хлопанье челюстями используется как угроза или предостережение; при неудачных попытках достичь своей цели они издают вой, взвизгиванье, «хныканье»; после окончания питания — трель; во время отдыха «чмоканье» дыхалом. Несомненно, обнаружение этих фактов — только начало большой работы¹. Дельфины обладают удивительными способностями, их мозг развит необычайно высоко и поэтому сейчас с полной серьезностью стоит вопрос о поиске путей сознательного взаимного общения человека и дельфина, и в этом направлении уже сделаны первые многообещающие шаги (работы Дж. Лилли).

У большинства млекопитающих звуки генерируются за счет голосовых связок гортани. Китообразные совершенно лишены голосовых связок. Как же они издают звуки, да еще в столь широком диапазоне частот?

Направленная генерация звуковых и ультразвуковых колебаний представляет серьезную техническую проблему, тем более, что китообразные располагают, естественно, весьма ограниченным источником энергии для этих целей. Для решения этого вопроса необходимо хотя бы в общих чертах рассмотреть анатомию их воздухоносных путей.

Характерная черта в строении воздухоносных путей зубатых китообразных — это создание ряда участков с разницей в давлении. Первый такой участок располагается

¹ См. «Природа», 1963, № 7, стр. 70—77.

над черепом и включает надчерепные носовые проходы, которые у этих животных, в отличие от усатых китов, устроены очень сложно. Над черепом, в мягких тканях головы зубатых китов помещаются разнообразные по форме и расположению воздухоносные полости («мешки») (рис. 2).

При всем многообразии этих образований можно отметить некоторые общие черты в их строении и расположении: «мешки» располагаются на разных уровнях, как бы поярусно, вокруг носового прохода, сообщаясь с ним; «мешки» способны изменять свою форму и изолироваться при

желании от носового прохода благодаря развитой мускулатуре, системе связок и эластичности стенок; вся система надчерепных воздухоносных полостей располагается как бы на костном ложе, образованном стенкой черепа.

Второй изолированный участок в воздухоносных путях зубатых китов — это полость костных носовых проходов и небольшая хоанная полость вплоть до вершины гортани, постоянно и плотно удерживаемая поперек глотки мощным небно-глоточным сфинктером. Третьим изолированным участком является полость трахеи и бронхов, вплоть до бронхов 3—4 порядков, где появляются мускульные сфинктеры, разделяющие респираторные и проводящие отделы дыхательной системы.

Описанные участки путей, проводящих воздух у зубатых китов после вдоха, изолируются один от другого, и всякое сообщение между ними прекращается. Это ведет к тому, что в момент ныряния в надчерепных носовых проходах устанавливается давление, близкое к гидростатическому, а в полости костных носовых проходов давление сохраняется на значительно меньшем уровне. Таким образом, на границах этих участков возникает перепад давления, составляющий

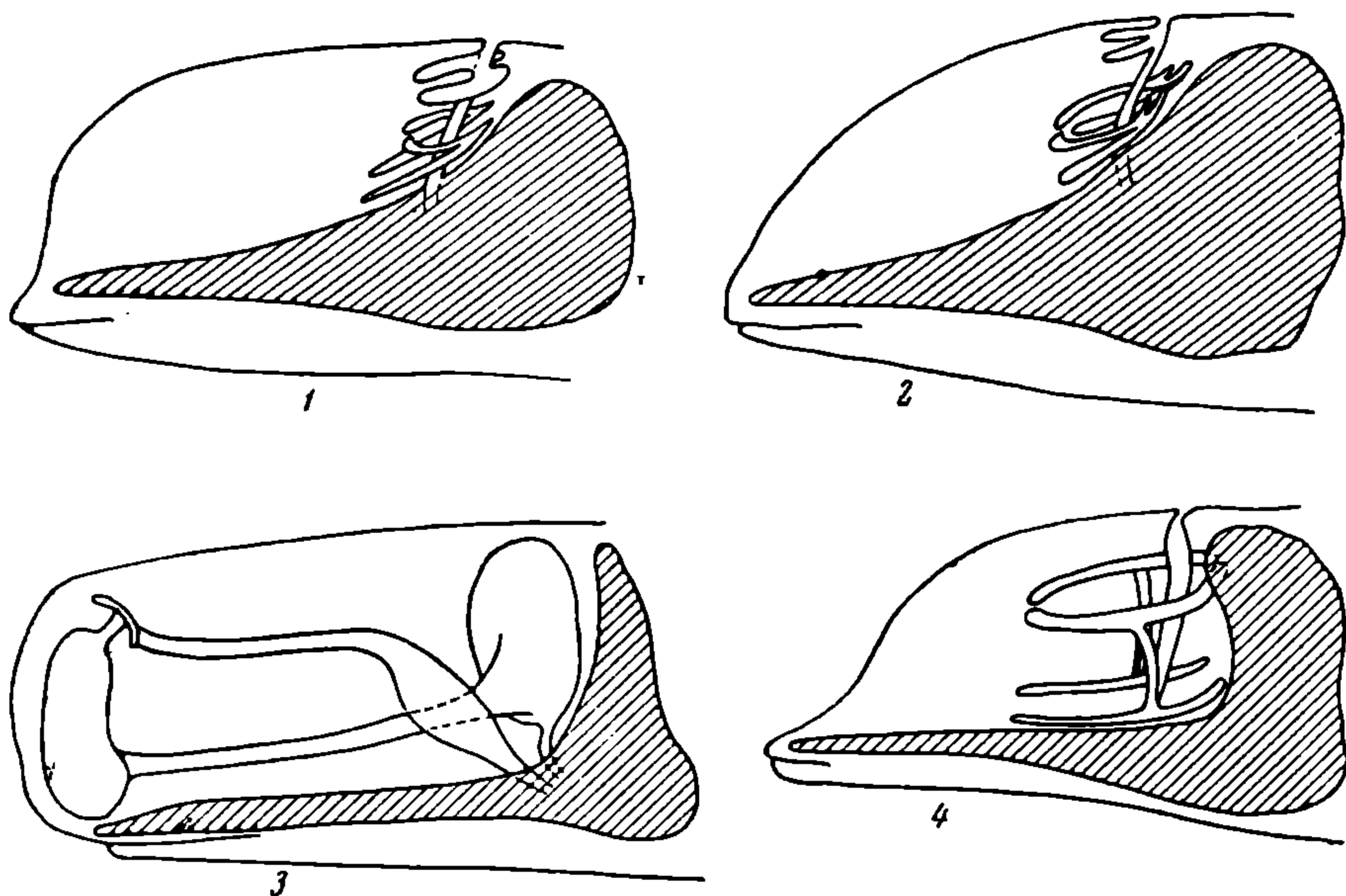


Рис. 2. Схема строения воздухоносных полостей над черепом некоторых зубатых китообразных: 1 — белуха, 2 — морская свинья, 3 — кашалот, 4 — берардиус

на глубине 10 м 1 атм на глубине 100 м — 10 атм и т. д.

Перепад давлений возникает и между различными мешками надчерепных путей, что подтверждено непосредственными экспериментами над прирученными дельфинами (В. Шевилл и Б. Лауренс, 1956). Возникает он за счет сокращения мускулатуры мешков.

У усатых китов наблюдается принципиальное отличие в строении воздухоносных путей. Никаких надчерепных воздухоносных полостей у них нет, а в глотке устанавливается лишь временный (на время вдоха — выдоха) непрерывный путь воздуха из легких к хоанам (как у подавляющего большинства наземных млекопитающих). Таким образом, совершенно различным звуковым способностям усатых и зубатых китов соответствует различное строение воздухоносных путей.

Известно, что звуковые колебания образуются при перепаде давления и распространяются во все стороны от вибратора-источника. Уже давно предполагалось, что зубатые и усатые киты могут издавать звуки за счет вибрации краев дыхательного отверстия, вызываемой выжиманием воздуха. Однако недавно удалось установить, что генерация звуков не обязательно связана

с выделением воздуха через дыхало. Теперь доказано, что сложные полости над черепом китообразных обеспечивают возможность пережимания, перепускания воздуха из одного мешка в другой, без выхода его в воду. Характер издаваемых при этом звуков зависит как от степени натяжения перегородок между мешками, так и от степени сжатия (давления) воздуха в каждом из них. Комбинация этих факторов и позволяет производить самые разнообразные по частоте и продолжительности звуки. Наглядные эксперименты подтвердили правильность этого утверждения. Дельфину закрывали глаза специальными накладками (рис. 3), и это не мешало ему совершенно безошибочно ориентироваться в сложных условиях. Но стоило закрыть звуконепроницаемым материалом часть головы над мешками и впереди них, как зверь приходил в неистовство и не

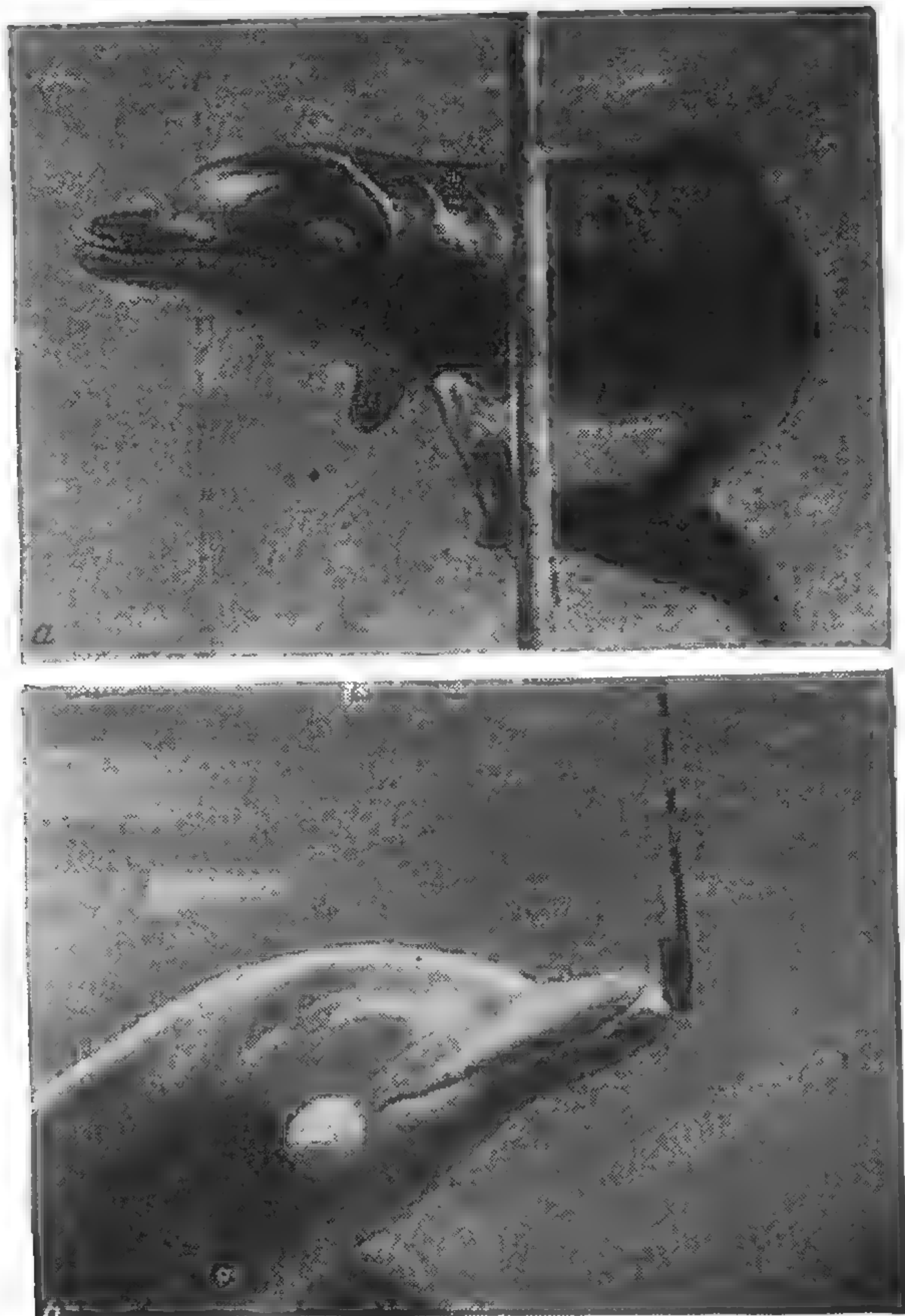


Рис. 3. Афалина с закрытыми глазами превосходно ориентируется в пространстве, не наталкиваясь на препятствия (а) и по сигналу подходу к микрофону (б) (по К. Норрису, Дж. Прескотту и др., 1961)

успокаивался до тех пор, пока накладка не снималась. Ориентировка при такой накладке полностью нарушалась.

Самостоятельным способом издавания звуков может служить и перепускание порций воздуха из первого участка воздухоносных проходов в полость костных носовых путей. У усатых китов, в отличие от того, что наблюдается у зубатых, в создании звуков, очевидно, участвует гортань с огромным гортанным мешком. Именно выжимание воздуха через плотно сжатые мягкие стенки гортани и может привести к издаванию описанных низкочастотных звуков.

Если проблема генерации ультразвуковых колебаний в принципе может считаться ясной для зубатых китов, то создание направленного ультразвукового пучка остается пока совершенно неясным. Нами проведен ряд работ, проливающий некоторый свет на эту загадку.

Вся система надчерепных воздухоносных путей зубатых китов, играющая ведущую роль при издавании звуков, расположена как бы на дне корыта, образованного костями черепа и открытого спереди. Перед этой системой мешков у всех зубатых китов развивается своеобразная жировая подушка, образующая лобный выступ (рис. 4). Мы предполагаем, что эта жировая подушка служит своеобразной звуковой линзой, позволяющей концентрировать звуковые волны, фокусировать их (рис. 5). Это предположение основано на некоторых свойствах ультразвуков. Оказывается, разные ткани по-разному проводят ультразвук, в разной степени «прозрачны» для ультразвуковых волн. Так, коэффициент поглощения ультразвука в нервной ткани составляет 0,2, а поперек хода мышечных волокон — 0,57. Известно также, что акустические линзы, используемые в технике, обычно состоят из материалов, показатель преломления которых не равен единице (например хлороформа, четыреххлористого углерода, бромформа и пр.). Показатель преломления (коэффициент рефракции) головного жира зубатых китов как раз значительно отличается от единицы и по величине аналогичен таким показателям для приведенных веществ.

Вся кожа и лобный выступ китообразных в целом обладают высокой звуковой «прозрачностью», не отличаясь в этом от воды. Этим решается сразу несколько технических задач: создание идеального звукового канала, по которому колебания бес-

препятственно проходят во внутреннее ухо (см. ниже), проведение генерируемых звуков из воздушных мешков в воду и их фокусировка. Дело в том, что по существующим представлениям, звук, генерированный в полости носового прохода, должен был бы на 99% отражаться на границе с наружной средой. На самом деле у китов этого не происходит. По-видимому, именно особенности строения головного выступа, высокая «звуковая прозрачность» жировой ткани и специфическое строение кожных структур обеспечивают минимальное поглощение сигнала. Детальная разработка этого вопроса, безусловно, заслуживает дальнейшего пристального внимания исследователей.

Основным диапазоном, в котором «работают» генераторы звуков большинства дельфинов, оказываются частоты во много тысяч герц. Это обстоятельство имеет важное приспособительное значение, так как от длины волны зависит точность фокусировки и чем



Рис. 4. Жировая подушка, образующая на голове дельфина как бы лобный выступ, придает своеобразное выражение его «лицу». Порой даже кажется, что он улыбается

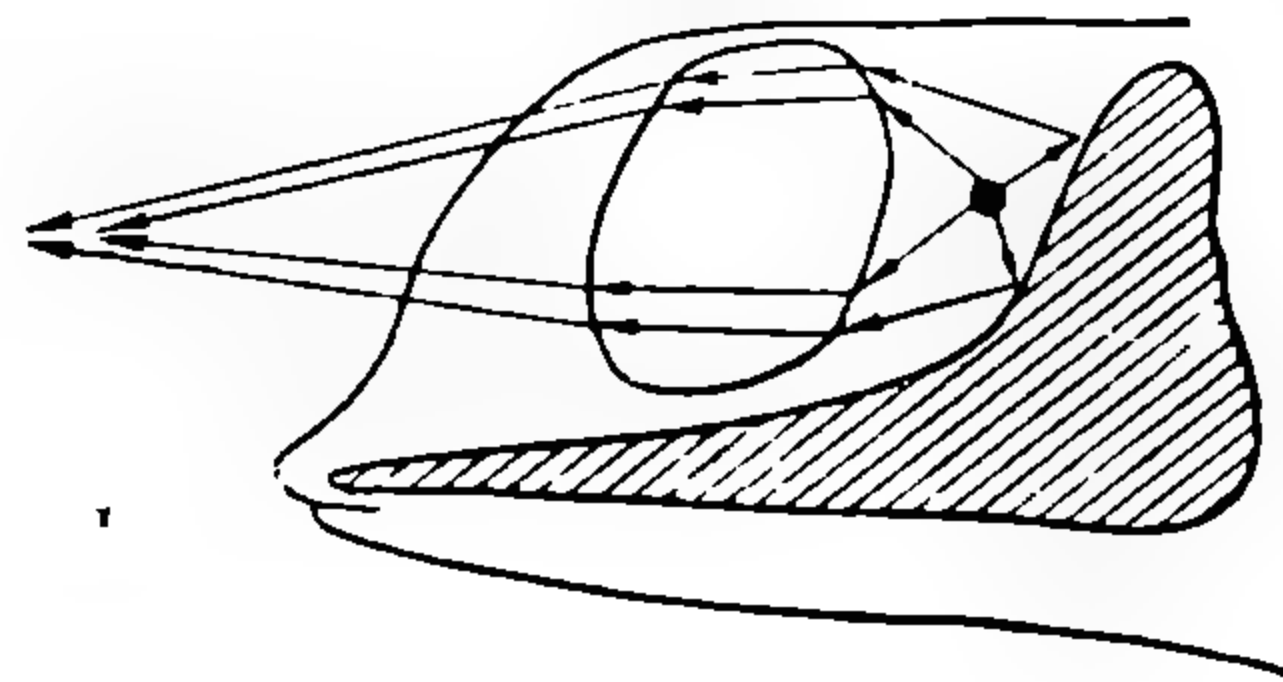


Рис. 5. Схема действия головы зубатых китов как ультразвукового прожектора. Стрелками показан ход ультразвука

выше частота, тем легче осуществить точную фокусировку. Далее можно уверенно предполагать, что посылая одновременно сигналы резко различной частоты через линзу, дельфин может по-разному ощупывать более тонким или более широким рассеянным пучком ультразвука находящиеся впереди предметы.

Выдвинутая нами гипотеза о строении головы китов как ультразвукового прожектора хорошо объясняет остававшиеся до сих пор совершенно непонятными особенности строения: форму черепа, развитие лобного выступа и жировой подушки. А инженерам-конструкторам это указывает на некоторые недостаточно используемые аспекты применения ультразвука в технике.

Интересно, что наше предположение находит подтверждение и при сравнительно-анатомическом анализе современных зубатых китообразных. Оказывается, наиболее совершенными отражательными поверхностями обладают черепа речных дельфинов, кашалота и клюворыловых китов. Первые из них живут постоянно в очень мутной воде (Амазонка, Ганг) и некоторые из них даже окончательно теряют зрение. Кашалот же и клюворылы добывают пищу на такой глубине, куда не проникает свет и где зрение не может служить эффективным рецептором.

На основе высказанных соображений можно решить еще одну загадку: каким образом китам удастся ловить весьма подвижных рыб и кальмаров? Очевидно, обнаружив недалеко от себя плывущую потенциальную добычу, дельфин мощным ультразвуковым импульсом может дезориентировать кальмара или рыбу. Каждому известен эффект запорогового звучания, когда мощный источник звука настолько превышает чувствительность нашего слухового аппарата, что мы теряем

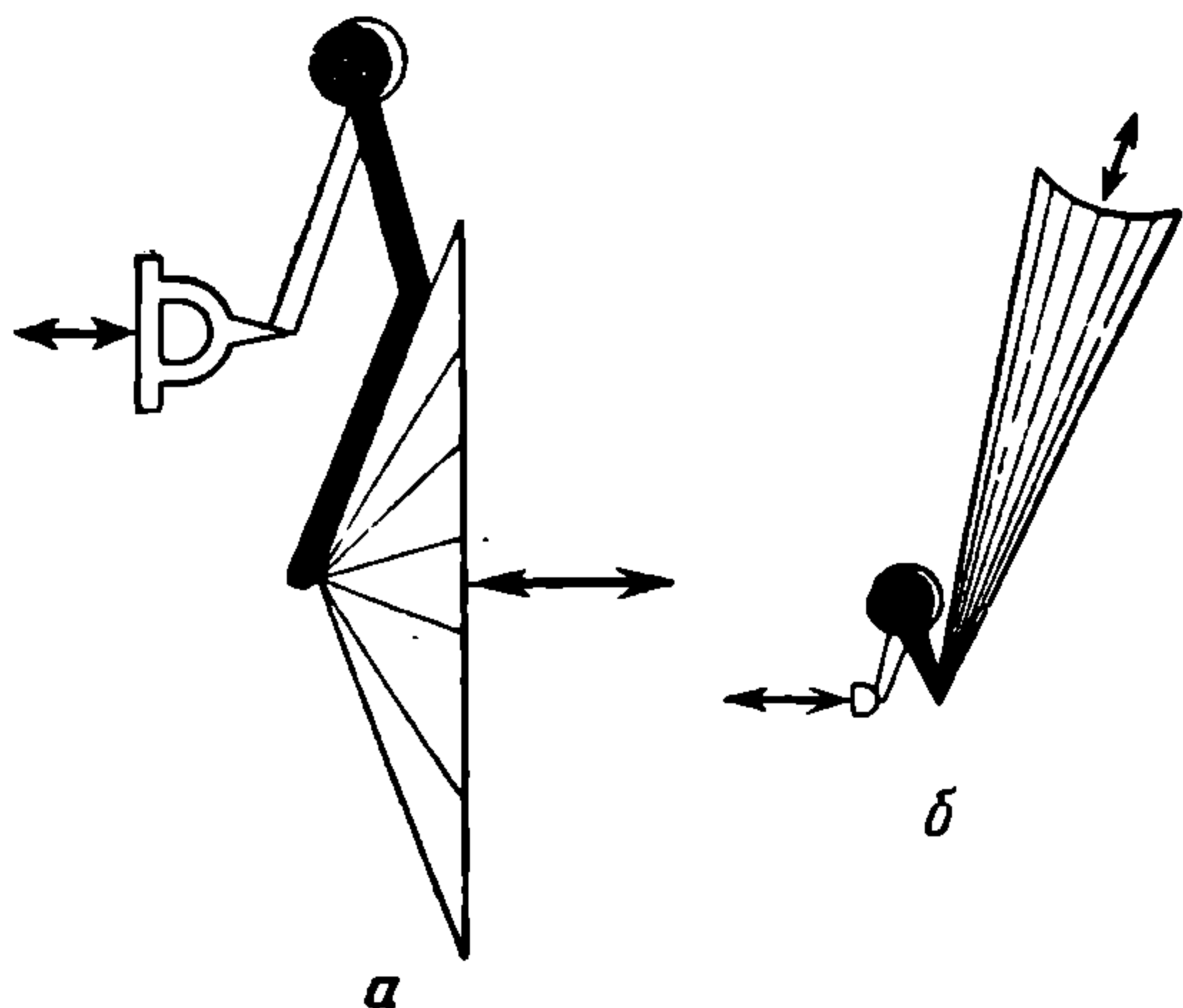


Рис. 6. Схема действия звукопроводящего аппарата: *а* — у наземного млекопитающего; *б* — у кита (по Ф. Фразеру и Н. Пурвсу, 1960)

ориентировку и не можем определить откуда несется звук. Многие испытывают подобное ощущение при приближении электропоезда с включенной сиреной. Принципиально также должен действовать на рыбу сфокусированный пучок ультразвука. В этом случае описанная выше структура ультразвукового прожектора действует как своеобразная «ультразвуковая пушка», временно «поражая» и оглушая различные организмы.

КАК И ЧТО СЛЫШАТ КИТЫ?

Большая скорость прохождения звука в воде — 1200—1500 м/сек (что в 4—5 раз превышает скорость звука в воздухе) делает звуковые колебания потенциально очень оперативным источником информации, которая теоретически может быть закодирована как по продолжительности, периодичности, так и по частотной характеристике сигналов. В этих условиях значение органа слуха для общей и тонкой ориентировки животного чрезвычайно возрастает, так как ухо может нести не только функции рецептора ближнего или среднего действия, но в значительной мере и телерецептора (т. е. органа, воспринимающего сигнал с очень дальнего расстояния).

Обычно ухо человека воспринимает звуковые колебания отдельно по отношению к черепу и наружному уху. Когда человек погружается в воду, то все звуковые колебания будут восприниматься только через вибрацию костей черепа, включая оба внут-

ренних уха, потому что 99,9% звуковой энергии теряется при переходе звука из воды в воздух. Поэтому любое наземное млекопитающее практически не может точно определить в воде ни направления, ни тип звука.

У китов совершенно отсутствует наружное ухо, в воде практически бесполезное, а кожный покров по своей звуковой проводимости не отличается от воды и становится абсолютно «прозрачным» для звуковых волн. Вместе с тем среднее и внутреннее ухо заключены в единое костное образование с большим числом воздушных полостей, играющих здесь роль звукоизоляторов. Таким образом в органе слуха китов имеется типичный звуковой канал, который и обеспечивает точно направленное восприятие звука. Звуковой сигнал по каналу поступает во внутреннее ухо с барабанной перепонки через обычную систему слуховых косточек и мускулов. Поскольку в воде амплитуда звуковой волны уменьшена в 60 раз и во столько же раз возрастает звуковое давление, то передающие структуры соответственно изменены (рис. 6). Молоточек соединяется со слуховой костью очень тонким отростком, его рукоятка укорочена и соприкасается с барабанной перепонкой; мускул перепонки хорошо развит и делает ее аппаратом широкого диапазона. Кроме того, звуковая волна, проходящая через специализированный аппарат среднего уха, не вызывая колебаний стенки черепа, превращает правое и левое ухо в два независимых рецептора, позволяющих точно определять положение источника звука и характер получаемой информации.

ЗАПАХ В ВОДЕ

Известно, что обоняние принципиально отличается от других органов чувств характером воспринимаемой информации. Если зрение, осязание, слух — дистантные и контактные рецепторы моментального действия (т. е. с их помощью животное воспринимает происходящие события непосредственно), то обоняние — рецептор исключительно «последствий», несущий информацию о событиях, произошедших какое-то время тому назад. Естественно, что высокоразвитому, способному к анализу организму, важно получать информацию, не ограниченную только теми событиями, которые он может непосредственно наблюдать

и в которых может участвовать. Именно поэтому обоняние играет у млекопитающих столь важную роль при поисках добычи, в брачный период и т. д. Кстати говоря, развитие системы кожных желез (одного из важных признаков, отличающих всех млекопитающих от других высших позвоночных) можно прямо связать с большой ролью обоняния в их эволюции.

Еще в 1957 г. нами было высказано предположение о существовании у китообразных своеобразного органа обоняния, который может воспринимать тонкие химические раздражения. Однако до сих пор при характеристике китообразных всегда говорят, что они лишены органа обоняния, становящегося в воде ненужным. Но на деле это оказалось совсем не так и при изучении этой проблемы нам пришлось столкнуться с необходимостью решения еще одной загадки природы, прямо связанной с проблемами бионики.

Анатомическое исследование зубатых китообразных показало, что у всех них около анального отверстия находится пара небольших прианальных желез, особенно сильно развитая у самцов в период сезона спаривания. Дальнейшие исследования показали, что, кроме того, у зубатых китов в полость прямой кишки открываются многочисленные протоки желез, вырабатывающих большое количество секрета. Эти обстоятельства впервые позволили поставить под сомнение представление об отсутствии обоняния у китообразных: зачем выделять во внешнюю среду секреты (т. е., по существу, поставлять информацию), если они никак не будут восприниматься другими особями? Факты из совсем другой области укрепили это предположение. Оказалось, что строение мочеполовой системы зубатых китообразных таково, что акт мочеиспускания должен происходить небольшими порциями, но очень часто. Для проверки правильности нашего предположения, в Мериленде (Калифорния) А. Старретом были поставлены специальные опыты. Подопытный дельфин (афалина) был накормлен рыбой, предварительно инъецированной метиленовой синькой (красителем, безвредным и быстро выводящимся с мочой из организма). Выделение интенсивно окрашенной мочи можно было легко наблюдать и точно регистрировать. Оказалось, что акт мочеиспускания повторялся у дельфина многократно (через каждые 10—15 мин.). Легко себе представить, что в море

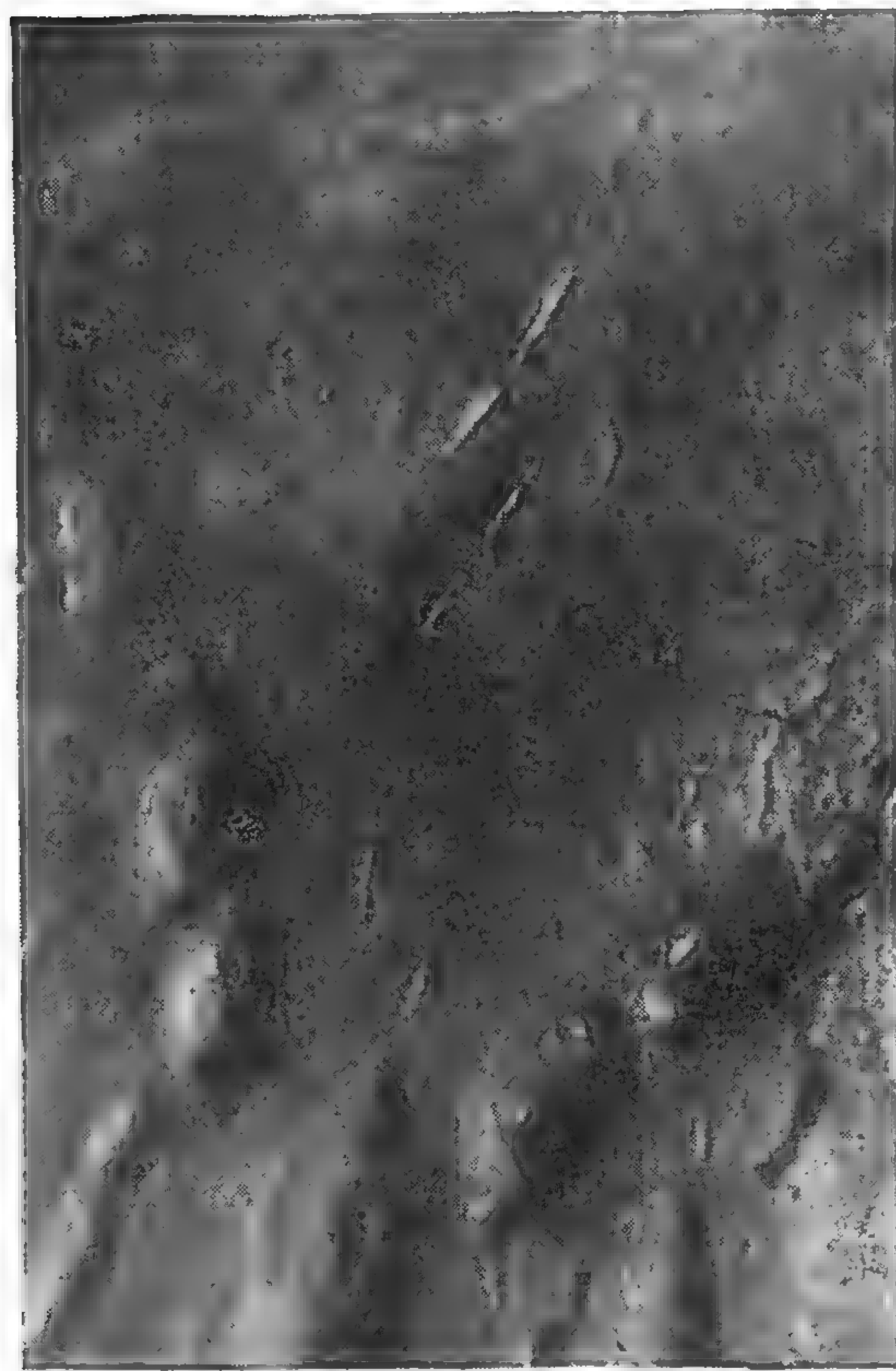


Рис. 7. «Обонятельные» ямки на поверхности корня языка белухи

за проходящим стадом дельфинов всегда остается четкий след в виде несколько измененной по составу морской воды, смешанной с мочой и другими выделениями организма.

К тому же, условия сохранения в воде таких запахов в сотни раз более благоприятны, чем на воздухе, благодаря плотности воды и малоподвижности ее по сравнению с воздухом. Изучение же водных запахов, закономерностей их сохранения и распространения, как и механизмов восприятия, имеет не только теоретический интерес. Само представление о море, как о среде, насыщенной огромным количеством информации о произошедших действиях путем ничтожного изменения химизма воды, позволяет совершенно по-новому смотреть на проблему ориентации при автономном глубоководном погружении, на проблему поисков скоплений промысловых объектов. Наконец, недавно появились сообщения о том, что в США интенсивно ведутся работы по обнаруживанию

подводных лодок по следу с измененным химизмом воды. Очевидно, в ближайшие годы поговорка «вилами на воде писано» может потерять свое первичное значение и приобрести новый смысл.

В поисках путей создания высокочувствительных аппаратов, воспринимающих запахи в воде, на первом месте опять-таки будет стоять изучение особенностей аналогичных рецепторов у водных животных, в частности у рыб и китообразных. По всей вероятности, орган водного обоняния у зубатых китов располагается на корне языка и образован системой небольших углублений (рис. 7), на дне которых находятся нервные окончания. Полость рта, а следовательно и язык, постоянно омываются морской водой, в которой в данный момент находится животное. Такое расположение органа оказывается весьма удачным и для рецепции, и с точки зрения защиты от случайных повреждений.

Интересно, что у усатых китов нет таких «обонятельных» ямок на языке. Однако у них на конце рыла уже давно описаны своеобразные парные углубления (так называемый Якобсонов орган). Не являются ли эти углубления как раз местом расположения органов обоняния? Ответить на этот вопрос помогут дальнейшие исследования, но уже сейчас ясно, что и усатые киты могут воспринимать изменения химизма внешней среды.

Об этом говорят исследования, проведенные Тихоокеанским институтом рыбного хозяйства, которые показали, что крупные усатые киты-полосатики идут к месту максимальной концентрации планктона, составляющего их обычную пищу, пересекая изогалины (линии, соединяющие точки с одинаковым солевым составом), как правило, перпендикулярно, т. е. по кратчайшему пути.

А это значит, что они совершенно точно воспринимают изменение концентрации солей в воде. Напомним, что эта концентрация меняется в открытых частях моря лишь на ничтожные величины — на сотые доли процента, и для улавливания подобных изменений рецепторный аппарат должен быть удивительно точным.

Несомненно, детальное изучение строения органа обоняния китов даст в руки инженеров решение заманчивой проблемы, умение прочесть даже то, что было написано «на воде вилами».

СМОЖЕТ ЛИ ЧЕЛОВЕК ОПУСТИТЬСЯ НА СОТНИ МЕТРОВ В ГЛУБЬ ОКЕАНА?

В числе важных проблем, возникших перед техникой, стоит вопрос об автономном глубоководном погружении человека. Предел погружения с аквалангом сейчас не превышает 100 м из-за так называемого глубинного опьянения. Но внимательное изучение природных «изобретений» может открыть и здесь новые пути. В журнале «Природа» уже сообщалось о случаях погружения кашалотов на огромные глубины в 1500—2000 м, где давление воды составляет 150—200 атм и по обычным представлениям должно было бы просто расплющить тело. На самом же деле этого не происходит, и сейчас становится совершенно ясно, что погружение китов на такие огромные глубины — не случайность. Именно там киты находят свою обычную пищу — глубоководных головоногих моллюсков, донных рыб и проч. Чем же организм китов отличается от организма человека? Киты и человек принадлежат к одному классу млекопитающих и все системы органов у них построены в принципе сходно.

Но есть особенности, которые позволяют китообразным погружаться и проводить на больших глубинах многие десятки минут, не возобновляя запаса воздуха в легких. Сейчас мы уже знаем, пожалуй, главные из них. Это присутствие в мышцах огромного количества дыхательного пигмента миоглобина, способного запасать еще до заныривания большое количество кислорода, за счет которого и работают мышцы во время погружения; уменьшение числа сердечных сокращений сразу после заныривания (брахикардия); переключение кровотока на снабжение свежими порциями кислорода только мозга и органов чувств; морфологические особенности дыхательной системы, использование одного объема воздуха в легких во все время заныривания, почти полное использование кислорода из этого воздуха, уменьшение пороговой чувствительности дыхательного центра к накапливающейся в организме углекислоте и другие. В принципе все эти особенности можно смоделировать и применительно к человеку, путем разработки ряда препаратов, способных снизить чувствительность нашего дыхательного центра к углекислоте, усилить связывающую кислород способность нашего гемоглобина, подобрать необходи-

мый состав дыхательной смеси и т. п. И, кто знает, может быть тогда человек сможет погружаться на глубины во многие сотни метров без скафандра.

Разумеется до окончательного решения этой проблемы еще далеко. Но уже то, что она поставлена, говорит о многом. Сейчас мы приходим к несколько парадоксальной мысли, что сама глубина погружения служит условием, обеспечивающим пребывание организма там длительное время, т. е. что длительность погружения является функцией глубины погружения. Если это так, то откроются новые пути проникания человека в неизведанные еще глубины океана.

О перспективности подобного направления работ говорят вызвавшие сенсацию опытные погружения осенью 1962 г. под руководством Келлера и Ф. Дюма на глубину в 338 м без твердого скафандра. Конечно, организм человека вряд ли когда-нибудь сможет уподобиться китовому, поэтому призывы И. Кусто создать колонию «людей-амфибий» вряд ли можно принимать всерьез, но реальность расширения пределов автономного погружения на первых порах до 200—300 м, а затем и до 500—700 м, настолько заманчива, что уже сейчас надо искать пути и методы решения этой проблемы.

ИСТОЧНИК ИДЕЙ ДЛЯ КОНСТРУКТОРОВ

В пределах журнальной статьи трудно осветить все вопросы, с которыми сталкиваются морфология и техника при изучении даже одной только группы китообразных. Мы ничего не сказали о еще далеко не ясной, но очень интересной связи гидродинамической формы тела китообразных — грудных, хвостовых и спинных их плавников, с созданием определенных способов плавания. Оказывается и здесь природа обогнала наших конструкторов, создавших лишь недавно гребные винты из нейлона с переменным шагом. У китов меняется же не только «шаг» винта (наклон хвостовых лопастей), но может несколько меняться и сама форма рабочих поверхностей хвостовых лопастей за счет тонко регулируемого их изгиба, что открывает также широкие возможности наиболее полного использования прилагаемых сил.

Остается еще сказать об известном и теперь уже начавшем использоваться в технике заимствованном у дельфина принципе ламинаризации обтекающего потока воды за счет покрытия твердого тела, двигающе-

гося в воде, мягкой оболочкой типа «ламин-фло». Проводятся интереснейшие эксперименты в этом направлении. Созданы уже трехслойные имитации, но главный недостаток конструкции — весьма приблизительное уподобление коже дельфина — пока остается. Большой эффект, нам кажется, можно достигнуть в том случае, если моделировать главное в строении кожи дельфина, а не частности. Оболочку нужно создавать более толстую, до 10 мм и из материалов близких по своей упругости и эластичности к природному образцу. Это сделает излишним использование силиконового или иного наполнителя, применение только бесшовных оболочек и пр., т. е. снимает целый ряд чисто технических трудностей изготовления мягких оболочек. Даже самые первые шаги по применению мягких оболочек для обшивки торпед и катеров дали весьма обнадеживающие результаты, повышая их скорость вдвое. К сожалению, в последнее время появились неправильные утверждения, что демпфирующие свойства кожи дельфина объясняются «перетеканием жира» между промежутками волокон соединительной ткани. Может быть отсюда и возникла идея различных наполнителей в мягких оболочках? Это глубокое заблуждение. Дело в том, что жир не находится в свободном состоянии, что могло бы как-то объяснить его «перетекание»; жир — это ткань, состоящая из множества жировых клеток.

Именно поэтому можно говорить лишь об упругости и эластичности клеток. Нам, биологам, кажется, что эта сторона дела должна обязательно учитываться инженерами при конструировании мягких оболочек, этого интереснейшего изобретения природы.

КОЖА РЕГУЛИРУЕТ ТЕМПЕРАТУРУ

Кожа китообразных — блестящий пример решения проблемы терморегуляции. Дело в том, что вода в 20—27 раз теплопроводнее воздуха. В этом каждый может убедиться на собственном опыте. Даже в воде Черного моря пловец через несколько часов основательно замерзнет. У китообразных развит хороший теплоизолятор — жировой слой. Но при больших мышечных нагрузках, например во время движения с большой скоростью, вырабатывается большое количество тепла, и в этом случае теплоизолятор будет пре-

пятствовать отведению избытка тепла. Инженер Гоун (1948) подсчитал, что при движении со скоростью 36 км/час каждые 10 минут температура тела кита могла бы повышаться почти на 2°. Для китов, как и для всех млекопитающих с постоянной температурой тела (гомойотермные животные), всякое отклонение температуры тела от допустимых пределов может привести к гибели.

Как же китообразные избегают перегрева? Оказывается, кожа богато снабжена кровеносными сосудами, которые образуют сплетения в субэпидермальной и дермальной части и гиподерме, т. е. на разных уровнях от поверхности. За счет низкой теплопроводности кожи в ней создается градиент температур: наружные части имеют температуру близкую к температуре воды, а по мере продвижения вглубь температура повышается. Таким образом, за счет «поэтажного» распределения сплетений кровеносных сосудов кровь может поступать в более или менее охлажденные ткани и тем самым активно менять отдачу тепла. При занывании кожный кровоток ослабевает, становясь более интенсивным в моменты дыхания. Так, китообразные используют свой кожный покров в качестве регулятора температуры. Кроме того, в плавниках располагаются так называемые комплексные сосуды, состоящие из артерий и плотно обвивающихся спирально вокруг них вен. Эти сосуды работают по принципу противоточного забирая тепла охлажденной венозной кровью от идущей к периферии теплой артериальной. В этом случае они способствуют уменьшению до минимума затрат тепла. При возрастании мышечных нагрузок и увеличении теплопродукции возрастает и кровяное давление. Это в свою очередь ведет к расширению просвета центральной артерии, которая, расширяясь, уменьшает просвет окружающих ее вен, что значительно уменьшает количество

передаваемого тепла. Артериальная кровь поступает в охлажденные ткани плавника более теплой и отдает избыток тепла. Думается, что эти особенности терморегуляции китообразных также могут найти применение в технике.

* * *

Этот весьма конспективный обзор некоторых вопросов, имеющих значение как для морфологии животных, так и для техники, показывает, что уже сейчас мы можем несколько условно выделить три большие группы проблем бионики. К первой из них относятся задачи, для разрешения которых достаточно современных знаний по функциональной морфологии, и требуется лишь смоделировать, перенести известные в природе механизмы в технику. Ко второй группе принадлежат проблемы, пути решения которых может указать тщательное изучение живой природы. Наконец, к третьей группе относятся такие «изобретения» природы, о существовании которых современная техника не знает и они могут быть поставлены только в результате детального изучения морфологии живущих видов.

Если в первых двух случаях морфология как бы «принимает заказ» на лучшее техническое решение проблемы, вставшей перед инженерами, то в последнем случае она, несомненно, будет выступать в качестве мощного фактора, определяющего самую постановку проблем перед техникой, а тем самым станет действенным орудием технического прогресса.

Итак, союз техники и морфологии животных, подготовленный всем ходом познания живой природы, обещает дать великолепные результаты, и уже сейчас ясно, что мы являемся свидетелями большого расцвета нового направления одной из самых древних биологических наук, нашедшей свою молодость в союзе с техникой.

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ, № 9 ЖУРНАЛА «ПРИРОДА»

МЕЧЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ. Статья Б. В. Кукаркина
СВЕРХЧИСТЫЕ ВЕЩЕСТВА. Статья И. А. Алимарина

Солнечный

СПЕКТР

Д. М. Кулиев

Астрономическая обсерватория Ленинградского государственного университета

ОТКРЫТИЕ ФРАУНГФЕРОВЫХ ЛИНИЙ

В 1666 г. Исаак Ньютон, пропустив пучок лучей Солнца через небольшое круглое отверстие, а потом сквозь стеклянную призму, обнаружил разложение белого света на радужные полосы. Он назвал их спектром. В 1802 г. У. Волластон вместо входного круглого отверстия применил входную щель шириной 1 мм и заметил следы семи темных линий в спектре Солнца. Однако эти темные полосы он принял за естественные границы цветов и не стал изучать дальше открытое им замечательное явление.

В 1814 г. Й. Фраунгофер, применив более узкую щель шириной 0,5 мм, обнаружил 574 темных линии и полосы в визуальном спектре Солнца. Позднее в его честь эти линии были названы фраунгоферовыми. Наиболее темные сильные линии он обозначил прописными латинскими буквами от A до L, менее темные — строчными латинскими буквами a, b, d и т. д., а самые слабые линии нанес на карту без специального обозначения (табл. 1).

После этого перед астрономами и физиками встала актуальная проблема — разгадать тайну фраунгоферовых линий спектра Солнца.

Г. Кирхгоф в 1859—1862 гг. значительно усовершенствовал спектральную установку и вместе с Р. Бунзеном положил начало новой науке — спектральному анализу. В атмосфере Солнца Г. Кирхгоф обнаружил 9 химических элементов. Благодаря этому впервые в истории человечества появилась возможность исследования химического состава внеземных объектов и, в частности, Солнца. Тем самым была начата важнейшая работа по количественному спектральному анализу атмосфер Солнца и звезд.

Х. Роуланд в 1893—1896 гг. создал атлас

солнечного спектра и опубликовал каталог «Предварительные таблицы длин волн спектра Солнца» (RRT). Он характеризовал интенсивность каждой линии числом, которое представляет собой качественную оценку впечатления, создаваемого шириной или почернением линии. Каталог Роуланда содержит 20027 линий в области спектра с длинами волн 3000 Å—7300 Å. Приближенные, визуальные оценки интенсивностей основных фраунгоферовых линий по каталогу Роуланда приведены в таблице 1, в третьем столбце.

В 1928 г. опубликована первая ревизия каталога фраунгоферовых линий (RRPT), выполненная рядом авторов (Сент Джон, Ш. Мур и др.). Сейчас Ш. Мур и другие подготавливают второй его пересмотр (SRRPT). Каталог 1928 г. содержит 21 835

Таблица 1

Обозначения Фраунгофера и Роуландовские интенсивности

Длина волны в Å	Обозначения Фраунгофера	Роуландовские интенсивности	Принадлежность	Область спектра и примечание
7594.06	A	—	O ₂	Далекая красная
6867.46	B	—	O ₂	»
6563.05	C	40	H I	красная
5896.15	D ₁	20	Na I	желтая
5890.18	D ₂	30	Na I	»
5270.11	E	4	Ca I, Fe I	зеленая блenda
5183.79	b ₁	30	Mg I	зеленая
5172.87	b ₂	20	Mg I	»
5163.37	b ₃ , b ₄	15	Mg I, Fe I	зеленая блenda
4861.50	F	30	H I	сине-голубая
4383.09	d	15	Fe I	сине-фиолетовая
4227.76	g	20	Ca I	»
3968.62	H	700	Ca II	фиолетово-синяя
3933.81	K	1000	Ca II	»
3820.48	L	25	Fe I	»

линий в области спектра 3000 Å—10 200 Å. Большинство линий, особенно сильных и средних по интенсивности, было отождествлено, т. е. было установлено, к какому химическому элементу они относятся. Однако среди самых слабых линий около половины остались еще неотожествленными (табл. 2).

Таблица 2

Отождествленные фраунгоферовы линии		
Роуландовская интенсивность	Количество линий	Отождествлено (в %)
8—200	227	100
7	65	99
6	170	100
5	309	99
4	534	99
3	959	96
2	1572	92
1—3	17917	49

Исследование этого каталога вместе с некоторыми данными о хромосфере и короне позволили обнаружить в атмосфере Солнца уже 67 химических элементов периодической системы Д. И. Менделеева. Предполагается, что после второй ревизии каталог будет содержать большее число линий.

ПРИРОДА ФРАУНГОФЕРОВЫХ ЛИНИЙ

В 1859 г. Кирхгоф обнаружил, что если сквозь пламя бунзеновской горелки (высокотемпературное пламя) с достаточной плотностью паров натрия пропустить солнечный свет, то сильные фраунгоферовы линии D₁ и D₂ усиливаются, становятся еще темнее. Если сквозь то же пламя пропустить свет от источника с непрерывным спектром, то появляются темные линии D₁ и D₂. Если же изучать просто спектр паров натрия в бунзеновской горелке, то, наоборот, линии наблюдаются светлыми. Эти опыты Кирхгофа блестяще иллюстрировали сущность образования фраунгоферовых линий.

В результате экспериментов Кирхгофа и более поздних исследований астрономы пришли к выводу, что фраунгоферовы линии образуются при прохождении света, идущего от более горячих глубоких слоев солнечной атмосферы сквозь поглощающие и рассеивающие свет более холодные верхние слои, состоящие из атомных и молекулярных газов и дающие линейчатый спектр.

Для объяснения образования фраунгоферовых линий атмосферу Солнца (внешний слой Солнца, лежащий выше зоны полной непрозрачности) только лишь условно разделяют на два слоя. Самый глубокий слой атмосферы — фотосфера (греч. — светящаяся сфера) дает непрерывный спектр. Верхний, обращаящийся слой атмосферы Солнца (в котором темные фраунгоферовы линии обращаются в светлые, если наблюдать спектр при полном солнечном затмении) мало вносит в непрерывное излучение из-за высокой прозрачности для частот между линиями в спектре.

Обращающийся слой атмосферы Солнца настолько прозрачен, что фотосферное непрерывное излучение практически беспрепятственно проходит сквозь него. Однако атомы обращющего слоя поглощают излучение в определенных частотах $\nu = \frac{c}{\lambda}$, соответствующих

расположению фраунгоферовых линий с длиной волны λ (c — скорость света). Поглотив определенные кванты непрерывного излучения, эти атомы через время порядка стомиллионной доли секунды самопроизвольно испускают те же кванты во все стороны. Поэтому в прибор попадает лишь небольшая доля рассеянных таким образом квантов. В результате в соответствующих местах непрерывного спектра поток света ослабляется и образуются темные «провалы», т. е. фраунгоферовы линии.

Мы здесь описали лишь общую картину образования фраунгоферовых линий. На самом деле процесс их образования гораздо сложнее. Такие сильные фраунгоферовы линии, как H, K, CaII, и D₁, D₂, NaI (т. е. ионизированного кальция и нейтрального натрия, что обозначается римскими цифрами II и I), возникают в результате избирательного рассеяния. Многочисленные же слабые металлические линии возникают в результате так называемого истинного поглощения. В последнем случае энергия поглощенного кванта переходит в тепловую энергию электрона.

ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АТМОСФЕРЫ СОЛНЦА

Известный философ-идеалист О. Конт, основоположник позитивизма, утверждал, что никакими средствами невозможно узнать химический состав удаленных от Земли небесных тел, в том числе и Солнца. Однако это утверждение было опровергнуто.

нуто выдающимися современниками Кюппера. В 1815—1818 гг. Фраунгофер обнаружил, что положение яркой линии в пламени спиртовки с парами соли натрия точно совпадает с положением темной линии в спектре Солнца. После многочисленных экспериментов в 1859 г. Кирхгоф доказал, что наблюдаемая темная линия D в спектре Солнца принадлежит элементу натрию. В течение 1860 г. Кирхгоф и Бунзен обнаружили линии 8—9 элементов, известных на Земле.

Имея количественные данные о фраунгоферовых линиях отдельных элементов, оказалось возможным определить химический состав атмосферы Солнца количественно.

Как указывалось, каждая линия поглощения представляется в виде провала в непрерывном спектре. Этот провал в интенсивностях называется контуром спектральных линий. Площадь этого контура (полное поглощение в линии) называется эквивалентной шириной или просто полной интенсивностью. Оказывается, разные фраунгоферовы линии имеют контуры различной формы. У одних контуры получаются сравнительно узкие и неглубокие, а у других широкие и глубокие (рис. 1). Многочисленные исследования показали, что форма контура определяется физическими условиями и химическим составом атмосферы Солнца и звезд. Очевидно, что чем больше атомов данного элемента участвует в образовании линии, тем глубже и шире ее контур поглощения и тем сильнее линия.

Сначала эквивалентная ширина слабой линии растет пропорционально числу активных атомов. В этом случае переизлучения квантов нет и поглощение следует экспоненциальному закону. С дальнейшим увеличением числа активных атомов поглощение в центре линии доходит до насыщения и эквивалентная ширина медленно растет за счет расширения линии. При достаточно большом числе атомов ширина растет пропорционально корню квадратному из числа атомов.

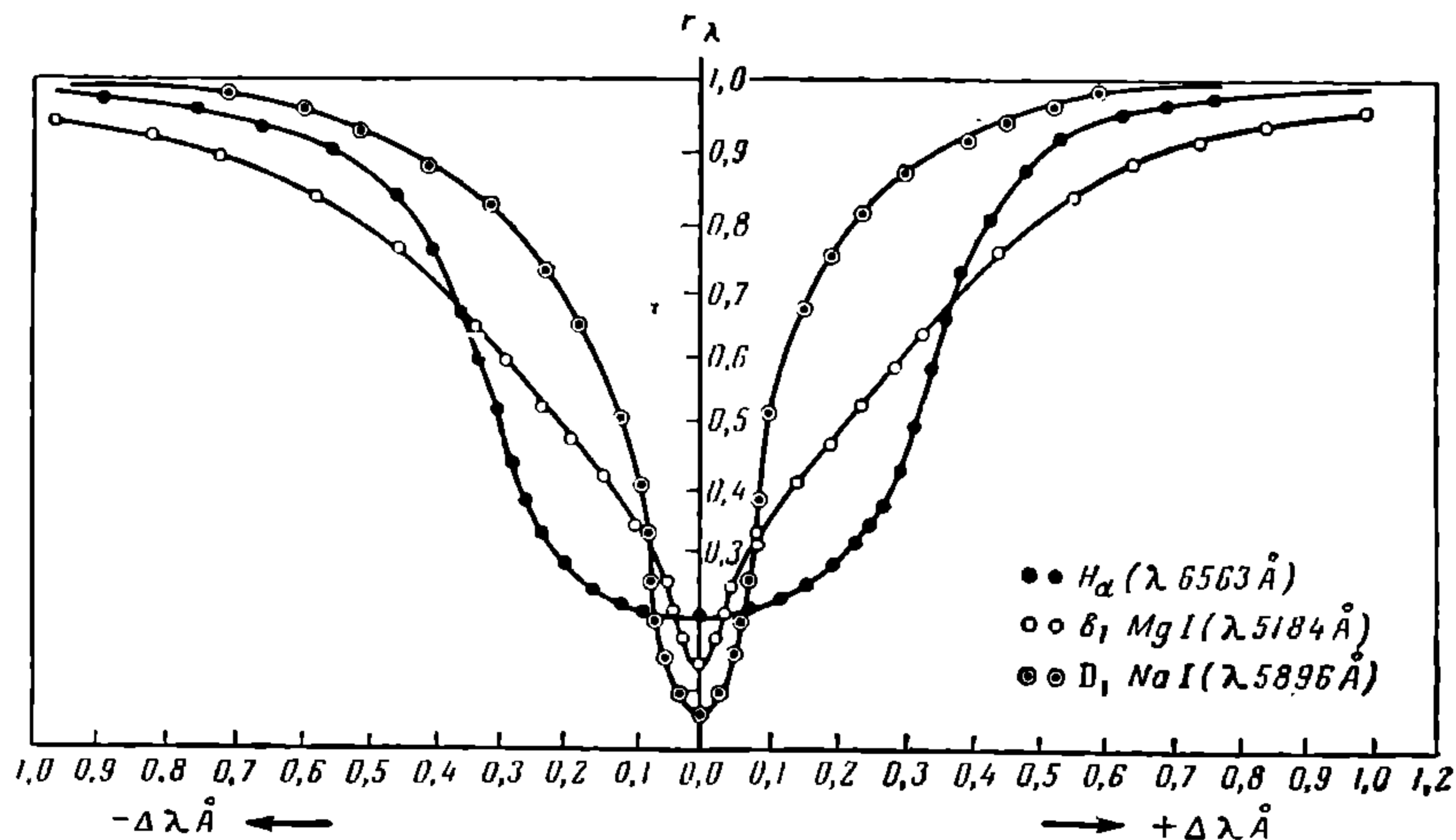


Рис. 1. Контуры некоторых фраунгоферовых линий в спектре центра диска. По оси абсцисс отложены расстояния от центра линии в Å, а по оси ординат — остаточная интенсивность в долях соседнего непрерывного спектра (наблюдения автора)

Таким образом, зная интенсивность линии из наблюдений, оказалось возможным определить числа поглощающих атомов, находящихся в столбе газов сечением 1 см^2 над фотосферой. Для этого измеряют интенсивность разных линий одного и того же элемента в различных стадиях ионизации и возбуждения. Просуммировав их, можно определить полное содержание данного элемента в солнечной атмосфере. Эта важная, но исключительно кропотливая работа впервые была выполнена Н. Расселом, Ф. Адамсом и Ш. Мур (США) на Маунт-Вильсонской обсерватории и позже М. Миннартом (Голландия) в Утрехтской обсерватории. Подобные работы проводились также и в Пулковской обсерватории под руководством О. А. Мельникова и других астрофизиков.

В настоящее время из 103 элементов, известных в природных условиях или синтезированных искусственно, 67 элементов обнаружено в атмосфере Солнца. Отсутствие отождествления других элементов не говорит о том, что их действительно нет. По-видимому, количество атомов таких элементов настолько мало, что невозможно обнаружить их в спектре Солнца, или же их линии находятся в труднодоступных и недоступных областях спектра.

Самым обильным в атмосфере Солнца оказался водород; на каждый атом металла приходится не менее 10 тыс. атомов водорода, если учесть и отрицательные ионы

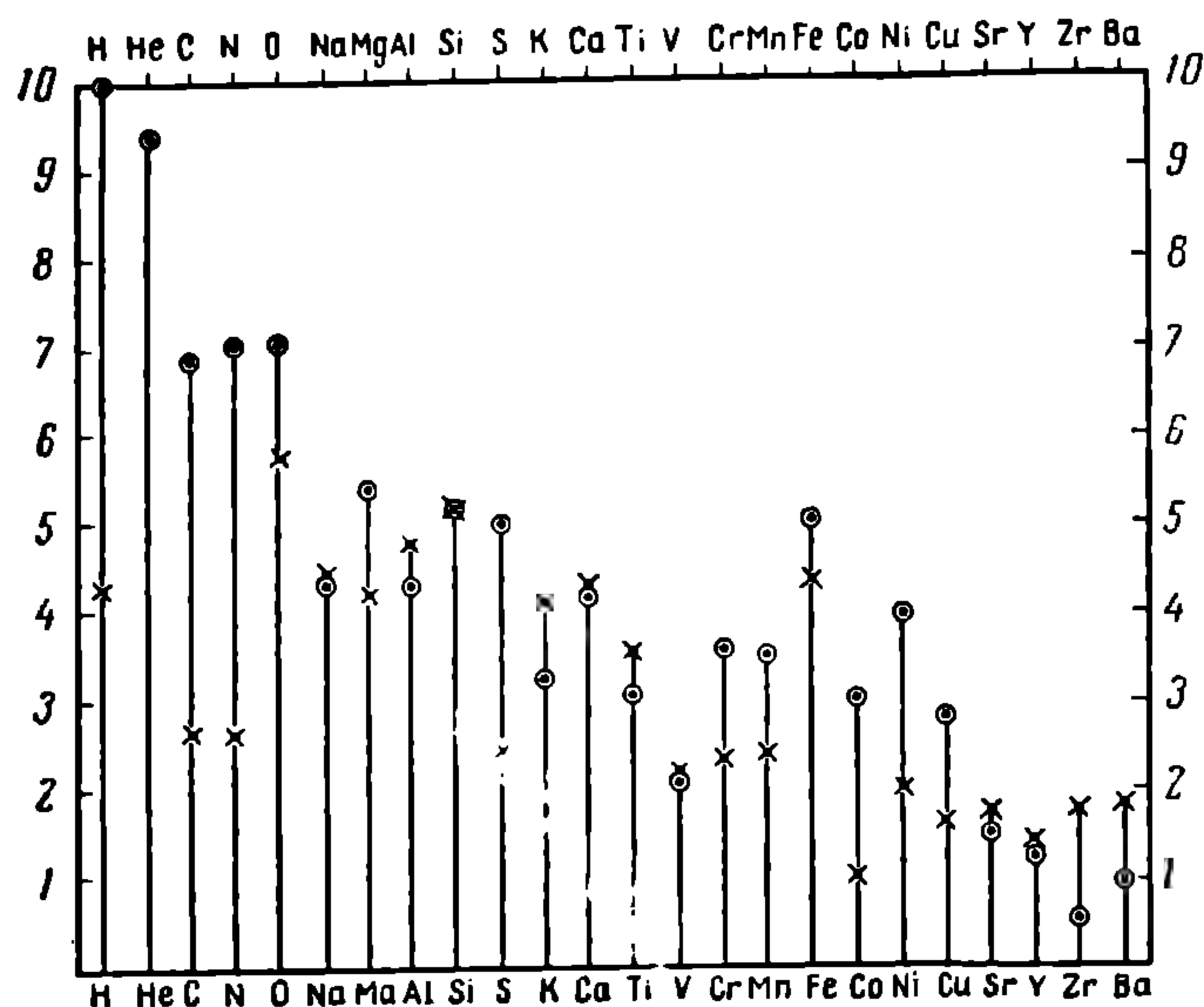


Рис. 2. Сравнение химических составов Солнца (красные кружки) и Земли (черные крестики)

водорода¹. Оказалось, что более 98% всей массы Солнца приходится на долю водорода и гелия, причем по массе гелия в 5—10 раз меньше, чем водорода. Среди остальных элементов больше всего кислорода, азота, углерода, магния, железа и натрия (табл. 3).

Таблица 3

Химический состав атмосферы Солнца

Химические элементы	Объемное содержание	Количество данного вещества в миллиграммах на 1 см ² солнечной фотосферы
Водород	81.760000	1200
Гелий	18.170000	1000
Углерод	0.003000	0.500
Азот	0.010000	2.000
Кислород	0.030000	10.000
Натрий	0.000300	0.100
Магний	0.020000	10.000
Алюминий	0.000200	0.100
Кремний	0.006000	3.000
Сера	0.003000	1.000
Калий	0.000010	0.003
Кальций	0.000300	0.200
Титан	0.000003	0.003
Ванадий	0.000001	0.001
Железо	0.000030	0.600

¹ Отрицательным ионом водорода называется водородный атом, состоящий из ядра, электрона и еще одного электрона. Это явление — присоединение лишнего электрона — в химии называется электронным сродством.

Относительное содержание каждого химического элемента (кроме водорода и гелия) в атмосфере Солнца, как и в других объектах космоса, почти не отличается от их содержания в твердой оболочке Земли (рис. 2).

СОВРЕМЕННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СОЛНЦА

С появлением высококачественных дифракционных решеток, на фотографиях фраунгоферова спектра четкость наблюдаемых линий значительно улучшилась. Спектральные приборы с большими разрешающими силами¹ и дисперсиями² позволили обнаружить тонкую структуру многочисленных фраунгоферовых линий спектра Солнца. В последнее время стало даже возможным обнаружить сверхтонкую структуру ряда фраунгоферовых линий. В этом случае спектральная аппаратура дает возможность различить две линии в спектре, находящиеся на расстоянии порядка миллионной доли длины волны.

В СССР изготавливаются самые высококачественные в мире дифракционные решетки, при помощи которых в ряде обсерваторий проводится очень точная фотоэлектрическая и фотографическая регистрация непрерывного спектра Солнца и фраунгоферовых линий.

На рис. 3 в качестве примера приведена схема солнечного телескопа Астрономической обсерватории ЛГУ. Этот телескоп состоит из целостата, в котором зеркало вращается с высокой точностью, со скоростью один оборот за 48 час. вокруг оси мира и тем самым компенсирует суточное движение Солнца; объектива, строящего изображение Солнца; автоколлимационного спектрографа с дифракционной решеткой. Плоская дифракционная решетка с исключительно высокой точностью, изготовленная в Государственном оптическом институте, с рабочей поверхностью 118 × 82 мм, имеет 600 штрихов на 1 мм.

¹ Под разрешающей силой $R = \frac{\lambda_{\text{ср}}}{\Delta\lambda}$ понимается способность спектрального прибора разделить две линии, находящиеся на расстоянии $\Delta\lambda$ при их средней длине волны $\lambda_{\text{ср}} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2}$.

² Дисперсия — способность спектрального прибора разложить обыкновенный белый свет на его радужные полосы по длинам волн.

Общая длина фотографируемого участка спектра — 400 мм при общей длине видимого участка 2,6 м во втором порядке. Этот телескоп позволяет получить высококачественный спектр с фраунгоферовыми линиями (рис. 4).

РАКЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Как известно, основные линии (которые называются резонансными) водорода, азота, углерода, гелия и многих других элементов находятся в далекой ультрафиолетовой части (в области длин волн короче 3000 Å) спектра. Эта часть солнечного спектра сильно поглощается озоном в верхних слоях земной атмосферы. Поэтому в земных условиях не удалось ее получить, хотя исследование фраунгоферовых линий в ультрафиолетовой части спектра крайне необходимо для дальнейшего изучения физики Солнца.

Впервые в 1946 г. при помощи высотной ракеты и кварцево-призменного спектрографа, на высоте 110 км был снят ультрафиолетовый спектр Солнца, простирающийся до 2000 Å. При помощи последующих ракет было найдено 150 новых фраунгоферовых линий в области длин волн 2500—2650 Å. В 1955—1957 гг. этот спектр был снят на высоте 115 км в области от 950 до 2500 Å, а позднее удалось проникнуть до длин волн в несколько ангстремов.

Ракетные исследования ультрафиолетового спектра Солнца показали, что за пределами 1500 Å фраунгоферовы линии практически исчезают. В этой области исчезает и непрерывный фотосферный спектр Солнца. Начиная с длины волны 1900 Å появляются яркие эмиссионные линии, т. е. линии излучения.

В 1961 г. на высотных ракетах получен ультрафиолетовый спектр Солнца в области длин волн от 20 до 2000 Å, где обнаружены и отождествлены 480 линий излучения. При-

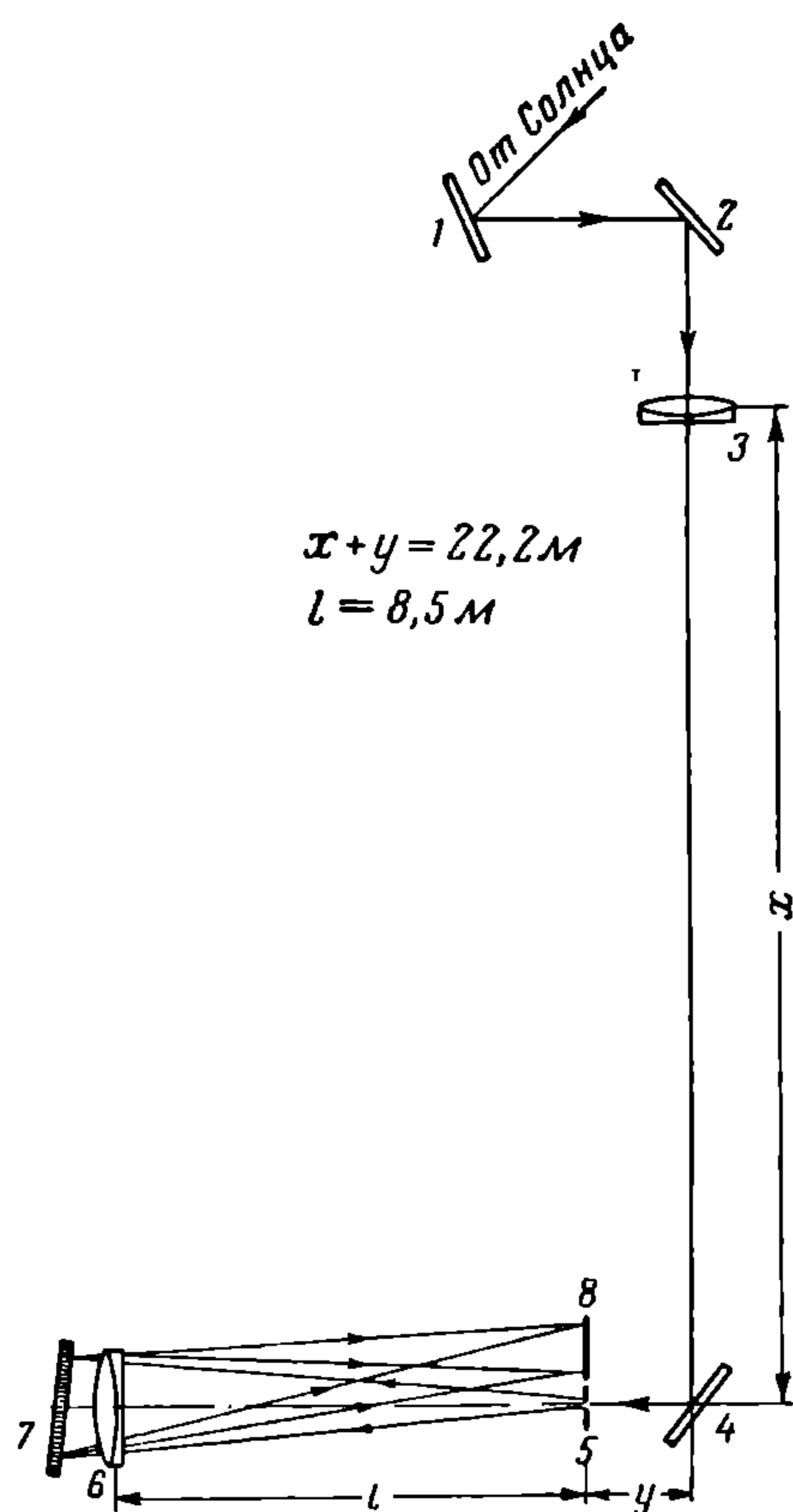


Рис. 3. Принципиальная схема солнечного телескопа Астрономической обсерватории ЛГУ

менение специальных счетчиков фотонов позволяет изучать рентгеновские и более далекые области спектра Солнца.

Определение интенсивностей солнечного ультрафиолетового излучения имеет важное значение для понимания физических процессов в атмосфере Солнца, ионосфере, земной атмосфере, а также в межпланетной среде.

Современное применение различных методов и новых приемников излучения к исследованию фраунгоферовых линий спектра Солнца дало возможность наблюдать их как в ультрафиолетовом, так и в инфракрасном конце спектра, почти до миллиметровых длин волн.

СДВИГИ ФРАУНГОФЕРОВЫХ ЛИНИЙ

Анализ показывает, что после внесения поправок (на обращение, вращение Земли и других) линии спектра Солнца оказываются несколько сдвинутыми по отношению к лабораторным стандартам. Эти сдвиги своим происхождением обязаны целому ряду физических причин в атмосфере Солнца. Одна из них заключается в том, что вследствие эффекта Доплера одни и те же линии в спектрах восточного и западного краев солнечного диска сдвигаются соответственно на величину:

$$\Delta\lambda = \pm \frac{v}{c} \lambda,$$

где v — скорость экваториального вращения Солнца и c — скорость света. Это обусловлено осевым вращением Солнца. Другой причиной является релятивистское красное смещение. Это смещение фраунгоферовых линий связано с известным принципом теории относительности. Из нее следует, что всякий периодический процесс в присутствии поля тяготения протекает медленнее, чем при его отсутствии. Как известно, поле тяготения на Солнце гораздо больше, чем

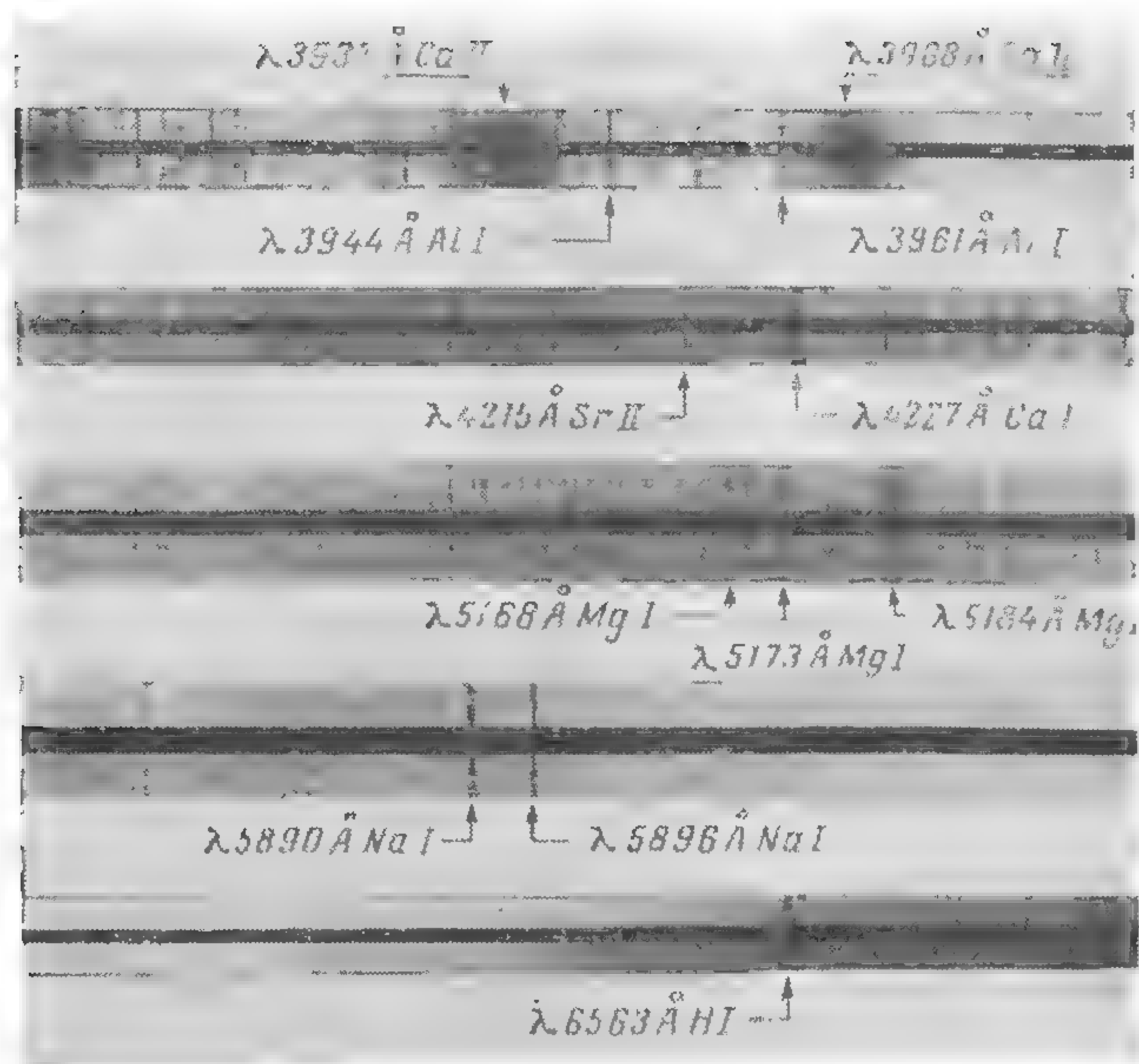


Рис. 4. Спектр центра диска Солнца с некоторыми сильными фраунгоферовыми линиями (наблюдения автора)

на поверхности Земли. Поэтому период колебания атомов, испускающих волны света на поверхности Солнца, должен быть больше периода их колебания на поверхности Земли. Таким образом, линии солнечного спектра должны быть сдвинуты в сторону длинных волн по отношению к линиям земных источников света. Физическая сущность этого эффекта заключается в том, что световые кванты, доходящие до нас, совершают некоторую работу для преодоления поля тяготения Солнца. При этом уменьшается энергия кванта, что приводит к уменьшению частоты, т. е. к увеличению длины волны. Следовательно, линии солнечного спектра вследствие релятивистского эффекта сдвигаются в красную сторону пропорционально длине волны. В области спектра $\lambda = 5000 \text{ \AA}$ этот сдвиг составляет $0,01 \text{ \AA}$.

Еще в 30-х годах этого столетия Сент Джон обнаружил, что сдвиги фраунгоферовых линий, после исправления на осевое вращение Солнца, увеличиваются при переходе от центра к краю диска. Это явление — увеличение сдвигов линий в длинноволновый конец спектра при переходе от центра к краю диска Солнца — называется «эффектом края». Исследования показывают, что эффект края порядка релятивистского сдвига. Кроме того, в атмосфере Солнца встречаются различные изотопы химических элементов. Раз-

личие в частотах линий изотопов элемента называется изотопическим сдвигом спектральных линий. Для бальмеровской серии водорода сдвиг линий H^1 и H^2 (т. е. водорода и его изотопа дейтерия) составляет в среднем $1 \text{ \AA}$. Кроме указанных причин, дающих сдвиги солнечных линий, имеется еще целый ряд других, например, обусловленных сверхтонкой структурой спектральных линий¹. Важную роль также играют сдвиги, обусловленные столкновениями атомов и других частиц. Наряду с этим, в фотосфере Солнца существуют крупномасштабные движения масс газа типа конвекции и т. д. Поэтому к сдвигам фраунгоферовых линий, обусловленным вращением Солнца, релятивистским эффектом и т. п., прибавляются еще сдвиги вследствие этих крупномасштабных движений больших масс газов.

НЕРЕШЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФРАУНГОФЕРОВА СПЕКТРА

Изменение контуров от центра к краю солнечного диска. Линии различных элементов с различными потенциалами возбуждения ведут себя по-разному, в зависимости от того, из какого места на диске Солнца они излучаются. Следовательно, по контурам линий различных элементов можно обнаружить изменение физических условий при переходе от центра к краю диска Солнца. Эта проблема — одна из важнейших в физике Солнца. Для изучения изменения контуров фраунгоферовых линий по диску Солнца будут применяться более точные методы исследования (фотоэлектрические и др.).

Слабые фраунгоферовы линии. Метод фотографической фотометрии не позволяет обнаружить слабые линии солнечного спектра, так как они сливаются с зерном фотографической пластинки. В этом случае не оправдывает себя и фотоэлектрический метод регистрации, обладающий невысокой разрешающей силой. В будущем для исследования слабых линий солнечного спектра будет применяться новый метод исследования — интерферометрический. Уже первые опытные применения интерферометрического метода показали, что многие слабые линии могут быть исследованы с достаточной

¹ Сверхтонкая структура спектральных линий обусловлена энергетическим взаимодействием электронной оболочки атома с ядром.

точностью. При этом разрешающая сила инструмента достигает $R = 10^6 \div 10^7$ и инструментальные ошибки сводятся к минимуму. Сейчас в Астрономической обсерватории ЛГУ подготавливается новая установка с применением интерферометра Фабри—Перо¹ для изучения слабых линий и многих тонких деталей в фраунгоферовых линиях спектра Солнца. Будущие исследования слабых линий позволят уточнить химический состав Солнца, а также других физических параметров солнечной атмосферы.

Центральные интенсивности сильных фраунгоферовых линий. Проблема центральных остаточных интенсивностей сильных фраунгоферовых линий, тесно связанная с сущностью взаимодействия между излучением и веществом, также нуждается в дальнейшем исследовании. Изучение центральных остаточных интенсивностей позволяет оценить относительную роль рассеяния излучения и истинного поглощения, а также и роль столкновений атомов данного элемента с атомами других элементов и с ионами и электронами.

¹ Две точнейшие, почти плоскопараллельные стеклянные пластинки, посеребренные (или алюминированные) с внутренних сторон, обращенные друг к другу и находящиеся на некотором расстоянии.

«СИДЯЩЕЕ» ДЕРЕВО

Это дерево — ель аянская — обнаружено нами в Хехцирских лесах, под Хабаровском. Когда смотришь на него, то кажется, что оно «присело» и вот-вот встанет. Диаметр его ствола у основания — более 40 см. Деревья «на стульях» — явление широко распространенное в дальневосточных лесах. После разложения валежника, на котором часто появляются молодые деревца, последние остаются стоять с обнаженными корнями. Здесь под валежником оказался большой камень.

А. С. Агеев

Кандидат сельскохозяйственных наук
Хабаровск

Поляризация в линиях. Измерение поляризации в фраунгоферовых линиях позволяет изучать тонкие явления, наблюдающиеся в фраунгоферовых линиях. При этом возникает возможность сделать важные заключения о магнитных полях в верхних слоях атмосферы Солнца.

Поле скоростей. Изучение поля скоростей в атмосфере Солнца по сдвигам фраунгоферовых линий позволит выяснить причины избыточных сдвигов и уширения спектральных линий, а также даст возможность открыть тайны многих загадочных явлений, в частности эффекта края и др.

Ультрафиолетовый спектр Солнца. Дальнейшие исследования в этой области крайне необходимы, ибо многие линии, представляющие астрофизический интерес (например, резонансные линии водорода, магния, гелия, углерода и др.), расположены в этом, недоступном земному наблюдателю, участке спектра. Для дальнейшего исследования ультрафиолетового спектра Солнца предполагается использовать ракеты, искусственные спутники Земли и космические лаборатории. Уже первые шаги в этом направлении позволили получить интересные и важные результаты.



КАК ПОВЫСИТЬ ТОЧНОСТЬ ПРЕДСКАЗАНИЯ ПОГОДЫ

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ТЕЛЕИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

В. П. Петров

Кандидат технических наук

Ленинград

Неотвратимость бедствий, вызываемых капризами погоды (бури, наводнения, засухи, заморозки, заторы, жоры и пр.), определяется, главным образом, неожиданностью их проявления. Это часто приводит к гибели урожаев, скота, целых городов, отдельных самолетов, выхода из строя гидроэлектростанций и многим другим последствиям. Но существующие технические средства и методы пока не всегда способны заблаговременно предсказывать приближение стихийных бедствий. Обычно большинство однодневных предсказаний погоды оправдывается. Если бы зимой сообщали прогноз погоды на лето, а летом — прогноз на следующую зиму и оправдываемость такого сверхдолгосрочного прогноза была бы такой же, как každодневногo, то такие прогнозы принесли бы огромную пользу социалистическому хозяйству.

КАК ЖЕ МОЖНО ПОВЫСИТЬ ТОЧНОСТЬ ПРЕДСКАЗАНИЯ ПОГОДЫ?

Надо создать широкую сеть автоматических гидрометеорологических телеизмерительных систем. Они должны в соответствии с установленной программой автоматически производить измерения и наблюдения, собирать их результаты, обрабатывать и передавать в местные и центральные органы, осуществляющие гидрометеорологическое обеспечение (включая прогноз погоды) всех организаций народного хозяйства, научных учреждений страны. Все это создает возможность организации единой комплексной системы автоматизации гидрометеорологической службы страны.

В этом направлении в нашей стране проведена определенная работа. Уже создано и работает несколько приборов, автоматически измеряющих некоторые гидрометеорологические элементы — температуру воздуха, воды, скорость и направление ветра, влажность, количество осадков, сол-

нечную радиацию, давление и другие величины. Но ни в одном из ранее созданных гидрометеорологических автоматов не предусматривалась автоматизация всего комплекса работ, выполняемых сетевыми станциями и постами. Кроме того, технические решения, положенные в основу их создания, находятся на уровне техники 50-х годов. По заданию Главного управления гидрометслужбы его центральные научно-исследовательские институты начали разработку принципиально новых гидрологических, метеорологических и аэрологических телеизмерительно-вычислительных систем¹.

Автоматически собранная и обработанная этими станциями и постами гидрометеорологическая и аэрологическая информация также автоматически может кодироваться и передаваться в районные и центральные подразделения гидрометеорологической службы и местным прикрепленным абонентам. Но

¹ См. В. П. Петров, А. М. Богомолов и Е. Н. Шадрин. Автоматическая телеизмерительная метеорологическая станция, Авторское свид. № 135266 от 26 ноября 1960 г.

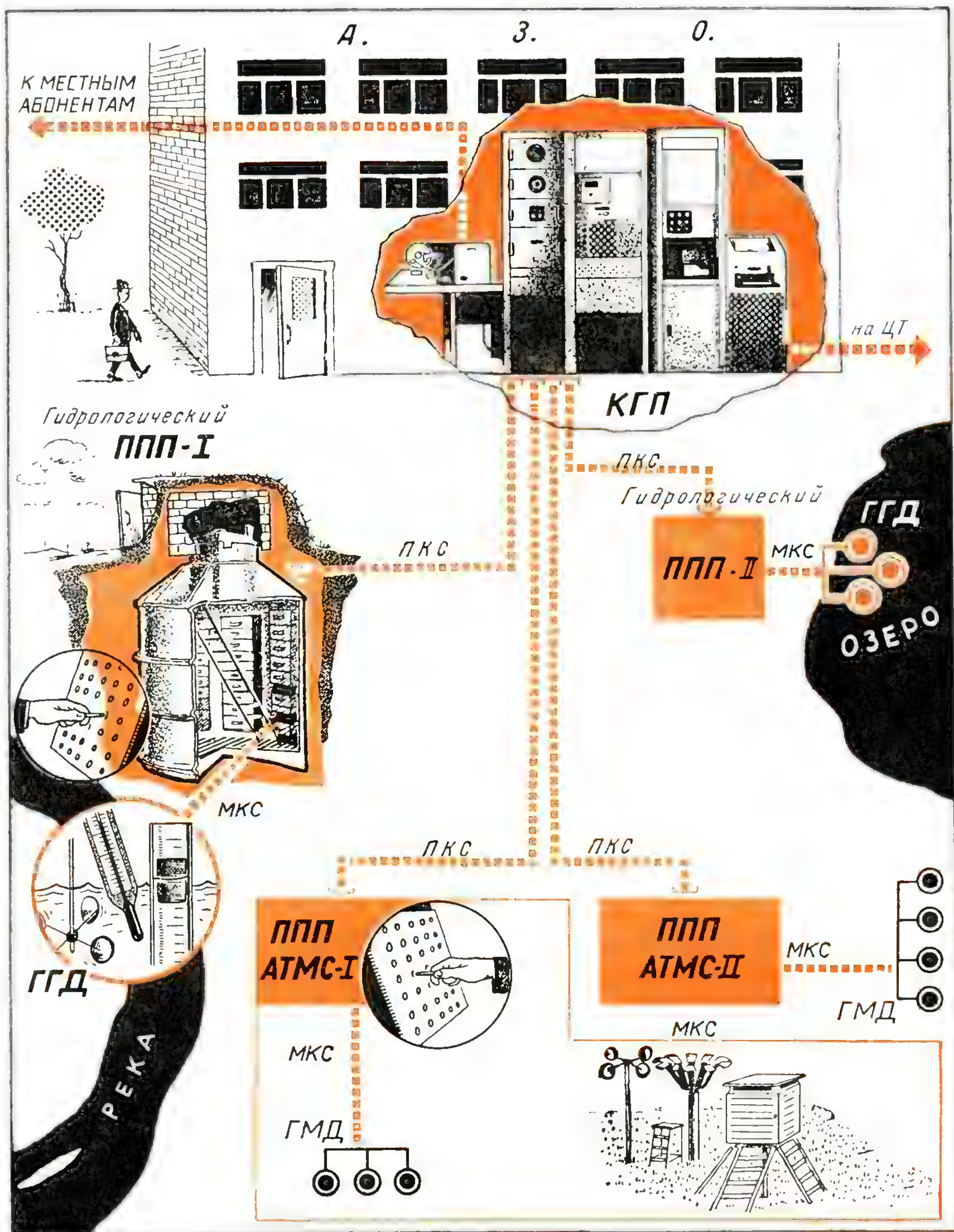


Рис. 1. Схема автоматической гидрометеорологической системы (АГТС): АЗО — автоматическая зональная обсерватория; КГП — кустовой гидрометеорологический пункт; ППП — приемно-передающий пост; ГГД — группа гидрологических датчиков; ГМД — группа метеорологических датчиков; МКС — местный канал связи; ПКС — периферийный канал связи; АТМС-I — автоматическая телеизмерительная метеорологическая станция с частичным ручным вводом; АТМС-II — то же без участия человека

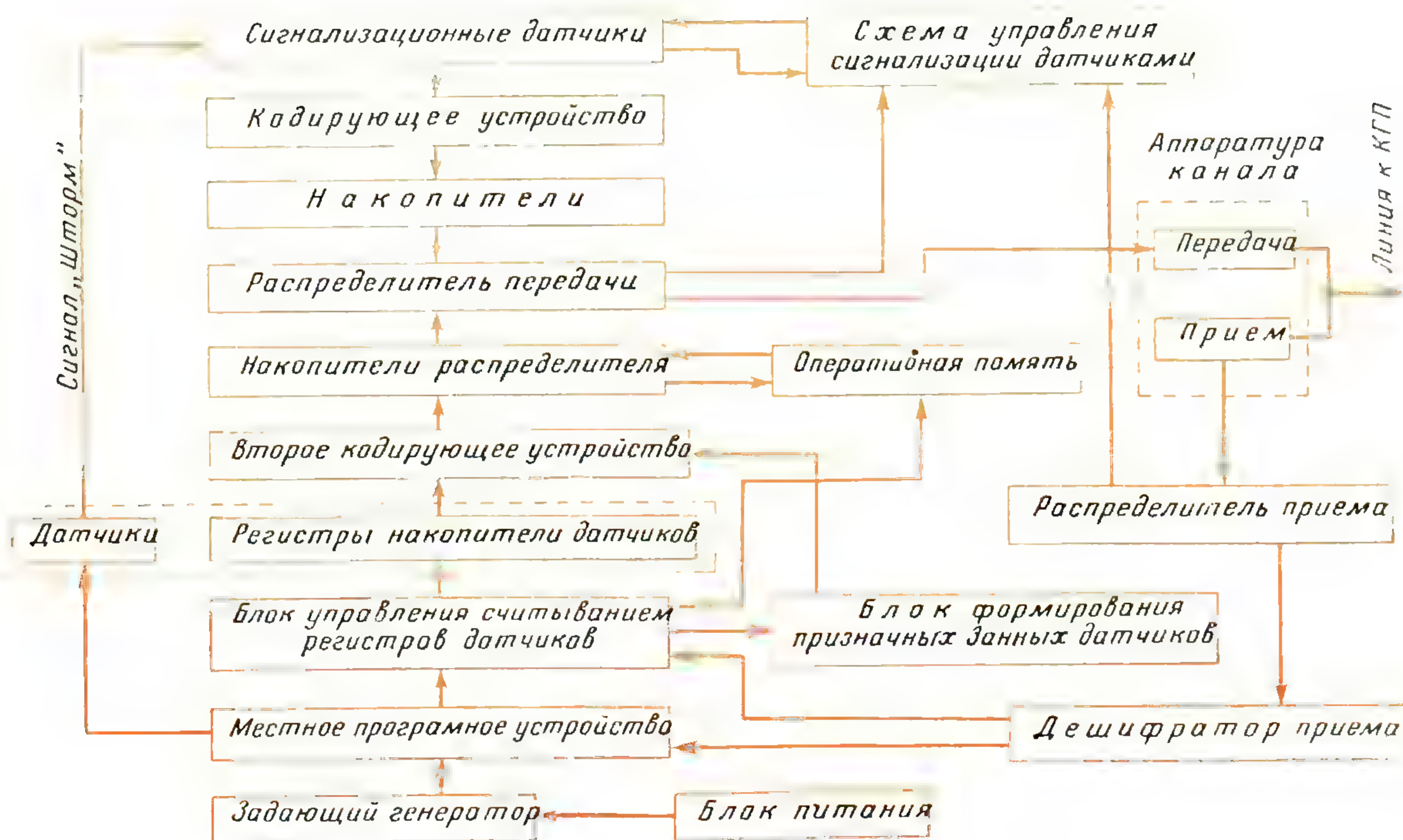


Рис. 2. Блок-схема приемно-передающего поста

для этого станции и посты, кроме телеизмерительных приборов-датчиков, должны иметь соответствующую автоматическую приемно-передающую и сортировочно-накопительную аппаратуру связи и линии связи¹. Только взятые вместе эти технические средства и составят комплексную систему автоматизации гидрометеорологической сети, а поэтому их проектирование и создание должно производиться одновременно.

ОСНОВНОЕ ЗВЕНО

Большие технические преобразования не совершаются по мановению волшебной палочки. Понятно, что сейчас нет достаточных экономических и технических возможностей, чтобы сразу создать автоматическую гидрометеорологическую службу в масштабах всей Земли или даже нашей страны. Но начинать эту работу надо сейчас и таким образом, чтобы создаваемые звенья без труда могли сливаться во все более крупные системы. Ряду специалистов Гидрометслужбы представляется, что таким опорным звеном комплексной автоматизации могла бы быть описываемая в дальней-

шем автоматическая гидрометеорологическая телеизмерительная система, которую мы для краткости будем обозначать АГТС. Схема ее приведена на рис. 1. Одна АГТС может охватить район в 15 000—20 000 квадратных километров и освободить от тяжелой и зачастую механической работы десятки квалифицированных наблюдателей. По всему району размещаются многочисленные первичные измерительные приборы — датчики. Это новые гидрометеорологические приборы. На них уже не надо заглядывать и записывать их показания. Они сами измеряют, преобразуют результат измерений, сообщают его, когда им будет приказано, и не один раз, а трижды, чтобы исключить возможную ошибку. Группа датчиков своими местными каналами связи соединена с приемно-передающим постом. Если датчики можно сравнить с нервными окончаниями органов чувств, то приемно-передающий пост — это как бы часть мозга, выдвинутая на периферию. Здесь по местному каналу связи принимается первичная информация датчиков, преобразовывается в цифровую форму и передается в кустовой гидрометпункт. Одновременно она накапливается и запоминается до передачи по вызову. Десять таких пунктов соединены с кустовым гидрометеорологическим пунктом, который уже не только реги-

¹ См. В. П. Петров, А. М. Богомолов. Устройство для приема и сортировки метеотелеграмм. Авторское свид. № 142689 от 7 октября 1960 г.

стрирует данные, но обрабатывает, сортирует, передает их организациям и командует всей АГТС.

Для примера мы рассмотрим лишь часть этой системы, которая должна заниматься только гидрологическими наблюдениями.

При нормальной обстановке наблюдения должны производиться два раза в сутки, при штормовой — каждый час. Кустовой пункт за некоторое время до начала наблюдения, согласно заложенной в него программе, дает по очереди всем приемно-передающим постам сигнал «подготовка». По этому сигналу местное программное устройство этих последних включает электропитание датчиков. Время подготовки различных датчиков от 10 сек. до 14 мин., поэтому следующая команда «считывание» подается с кустового пункта не раньше, чем через 15 мин. За это время под управлением местного программного устройства на приемно-передающих постах уже вся информация от датчиков оказывается записанной на регистрах-накопителях и подготовлена к передаче для преобразования к единому двоичному коду (рис. 2). Затем она поступает в линию связи.

Итак, по сигналу «считывание» вся информация поочередно от каждого датчика уже передана на кустовой пункт и полностью стерта с регистров-накопителей. Но для того, чтобы избежать ошибок, нужно повторное сообщение. Для этого на приемно-передаточном пункте есть нечто вроде «журнала исходящих бумаг» — специальная оперативная память, которая в течение часа хранит в уже закодированном виде все данные, сообщенные пунктом. Все это занимает гораздо меньше времени, чем требуется даже для прочтения этого абзаца — трехкратная передача всей информации занимает всего 35 сек. Поэтому всю информацию с территории 15 000—20 000 км², обслуживаемой кустовым пунктом, он получает почти одновременно — за 6—8 мин. Это еще одно неопределимое преимущество автоматизации!

Ну, а если что-нибудь непредвиденное произойдет на зарытом в землю приемно-передающем посту — любопытный охотник откроет его дверь, зальет вода или начнется пожар? Да мало ли что может случиться в глухом уголке, где находится необслуживаемая аппаратура (рис. 3). Поэтому на посту установлены устройства контроля за его состоянием и соответствующие датчики дадут сигнал на кустовой пункт. А чтобы сигнал тревоги не смешался с сигналом

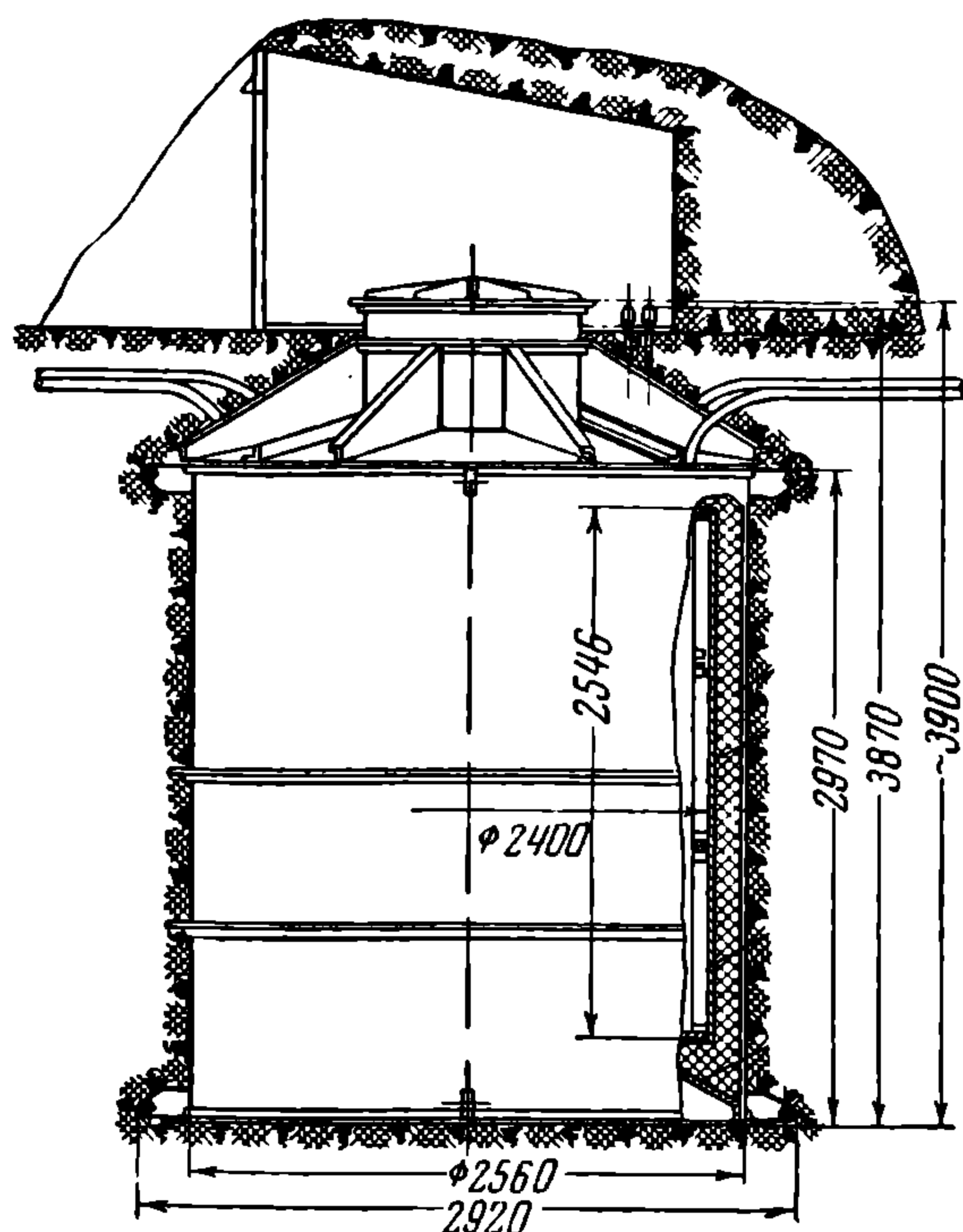


Рис. 3. Конструкция контейнера приемно-передающего поста, зарываемого в землю

обычной информации, он может быть передан только тогда, когда канал связи будет свободен. Как уже говорилось, ждать придется недолго, не больше 35 сек.

Но вот наступило «штормовое» состояние (опасное гидрологическое явление). Специальный датчик оценил его и сообщил на кустовой пункт. Внимание! Теперь уже информация будет собираться не через 12 час., а каждый час. Для этого блок выбора режима работы (рис. 4) автоматически переведет всю аппаратуру в специальный штормовой режим.

Иногда некоторым организациям необходимо получать прямую информацию с какого-либо из передающих пунктов. Для этого на кустовом пункте существует автоматическая телеграфная абонентская станция малой емкости, через которую абонент получает нужные ему сведения. Обеспечивает эту возможность тот же блок выбора режима работы. Он же может направить всю информацию в реперфоратор, где она записывается на перфоленту.

Все описанное здесь оборудование позволяет автоматизировать сбор, первичную

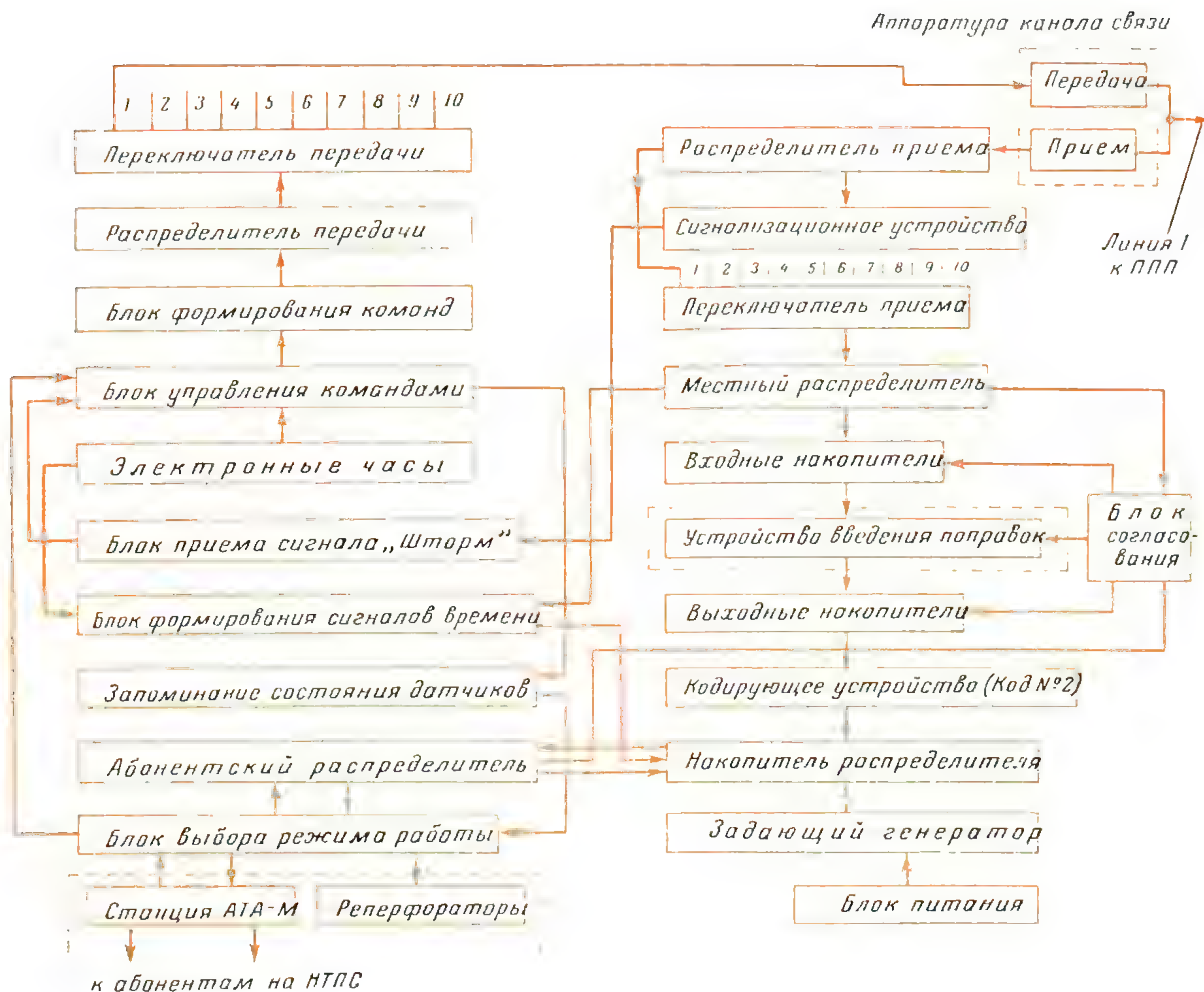


Рис. 4. Блок-схема кустового гидрометеорологического пункта

обработку и передачу не только гидрологической, но и метеорологической информации. Таким образом, отпадает необходимость в создании отдельных автоматических метеорологических систем. Нужен лишь комплект метеорологических датчиков, которые по местному каналу связи передадут результаты метеорологических измерений на свой приемно-передающий пост, зарываемый в землю на территории метеоплощадки. Группа метеорологических датчиков, измеряющих без участия человека часть метеорологических данных, в сочетании со своим постом образуют автоматическую телеизмерительную метеостанцию второго типа (АТМС-П). Такие станции могут обслуживать труднодоступные, малообжитые и полярные районы страны. Как только в дальнейшем будут созданы телеизмерительные приборы-дат-

чики для всех видов метеорологических измерений, такие станции смогут автоматически осуществлять измерения по полной программе сетевых метеостанций первого разряда. Пока же всех датчиков нет, а сетевые метеостанции первого разряда должны производить измерения и наблюдения по полной программе, то те виды метеорологических измерений и наблюдений, которые не обеспечены пока датчиками, будут по-прежнему производиться человеком и вручную вводиться на специальном пульте метеорологического приемно-передающего поста для дальнейшего их автоматического кодирования, передачи и обработки без участия человека. Такая автоматическая телеизмерительная метеостанция первого типа сокращенно названа АТМС-1. По тем же соображениям нужны автоматические гид-

рологические телеизмерительные станции двух типов — АГТС-1 и АГТС-II.

СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ

Рассмотрим примерную структуру работы телеизмерительно-вычислительной системы комплексной автоматизации гидрометеорологической службы в целом и некоторых ее звеньев.

Телеизмерительные приборы — датчики автоматически производят непрерывные круглосуточные измерения различных физических величин, характеризующих состояние погоды или гидрологического режима в месте расположения АГТС, и результаты этих измерений преобразуют в электрические сигналы. В установленные по расписанию сроки (под воздействием часовых программноуправляющих механизмов и по вызову прикрепленных к данной автоматической станции абонентов) происходит опрос телеизмерительных приборов, станций и постов, после чего производится передача измеренных величин в их приемно-передающие пункты. Здесь метеорологические или гидрологические величины преобразуются в форму, удобную для дальнейшей передачи по линиям связи, на кустовые гидрометеопункты, оборудованные центральным программным устройством и блоком обработки информации. После автоматической обработки (введения инструментальных поправок) и кодирования информация этих станций через свой блок передающих устройств поступает на приемное устройство близлежащих низовых телеграфных пунктов связи. Эти пункты связи могут быть для этой цели оборудованы комплектами автоматической аппаратуры. При этом отпадает необходимость в ручной передаче текста гидрометеорологических телеграмм и необходимость в доставке месячной климатологической информации нарочным из гидрометеорологических станций в почтовые отделения связи, как это делается в настоящее время.

Расположение накопителей гидрометеорологической информации на низовом телеграфном пункте связи открывает возможность использования для этой цели серийных телеграфных реперфораторов, являющихся наиболее простыми накопителями. Наличие на приемно-передающем и кустовом пунктах программных механизмов позволяет использовать для этой цели сравнительно простые и недорогие электронные часы, специально

сконструированные на серийных электронных ячейках. Их еженедельная проверка по радио не представляет большой трудности.

Вызов приемно-передающих пунктов или АГТС и программу их работы будет осуществлять центральный программный часовой механизм кустового пункта. При этом в зависимости от программы работы АГТС, задаваемой электронными часами, будет подготавливаться для приема гидрометеорологической информации тот или иной реперфоратор.

Теперь рассмотрим, как может расшифровываться и обрабатываться климатологическая (неоперативная) информация.

Будучи помесечно записана на перфоленте в электронных накопительных устройствах зональных обсерваторий, эта информация почтовыми посылками направляется в региональные гидрометеорологические центры. Здесь осуществляется автоматизация процессов ее набивки на перфокарты для долговременного хранения, логическая и статистическая обработка и выпуск таблиц, необходимых для издания ежегодников и ежемесячников. Делается это так.

В режимную обсерваторию климатологическая информация приходит с низовых телеграфных пунктов связи почтовыми поступлениями (бандеролями) в виде перфоленты. Здесь она с помощью специальных машин переносится на перфокарты. Эти машины уже сейчас серийно изготавливаются промышленностью Советского Союза. Затем метеорологическая информация поступает в запоминающее устройство, а далее под воздействием программного устройства (определяющего последовательность перфорации чисел) реперфорируется карточным реперфоратором. Такой блок аппаратуры уже в 1960 г. был реализован в Научно-исследовательском институте аэроклиматологии (НИИАК).

Полученные перфокарты вводятся в табулятор серийного производства и электронную печатную вычислительную машину, где по этим данным подсчитываются необходимые статистические величины. Результаты вычислений выдаются итоговым реперфоратором табулятора и в дальнейшем отправляются в НИИАК. Попутно табулятором печатаются данные, требуемые для составления климатологических и других ежегодников.

Таковы ближайшие пути автоматизации процессов статической, логической и дру-

гой обработки неоперативной климатологической и гидрологической информации.

Синоптическая же (оперативная) метеорологическая информация из зональных обсерваторий передается обычным способом телеграфного переприема и в конце концов концентрируется на приемных устройствах региональных узлов связи. Перфоленты, поступающие с приемных перфораторов этих узлов, монтируются и вводятся в накопители большой цифровой электронной машины. По специальной программе в этой машине осуществляется проверка правильности телеграмм. Троекратные числа сравниваются, т. е. осуществляется «голосование», и в случае ошибки преобладающая информация принимается за истинную. Проверенная таким образом информация по специальной программе заносится на ленточную диаграмму в виде изолиний и чисел синоптической карты.

Автоматически составленная синоптическая карта дополняется и корректируется специалистами-синоптиками, затем направляется на фототелеграфные передатчики для передачи всем низовым оперативным органам, гидрометобсерваториям и авиационным метеостанциям гражданским, а также важным абонентам народного хозяйства страны и для обмена между тремя региональными гидрометеорологическими центрами и мировым метеорологическим центром.

Затем оперативная метеорологическая информация отпечатывается на печатающем устройстве в виде сводок и перфорируется на выходном перфораторе для дальнейшей передачи по радио — «всем, всем». Метеорологическая информация переписывается также на магнитные ленты магнитно-ленточных накопителей электронно-вычислительной машины, установленных в региональных гидрометцентрах, и хранится там в качестве данных для составления планетар-

551. 608

ных и локальных прогнозов по специально разработанным численным методам прогнозирования.

Так может быть устроена в ближайшие годы комплексная система автоматизации гидрометеорологической службы.

В дальнейшем возможно применение для местного прогнозирования погоды вновь развивающихся так называемых бионических ассоциативных автоматов, таких, например, как «автомат штормового оповещения по местным признакам погоды» для метеорологического обеспечения аэродромов гражданского воздушного флота, или информационный автомат погоды для агрометеорологического обеспечения определенных сельскохозяйственных районов и других целей. Ассоциативный, т. е. сочетательный характер восприятия возбудителей (в виде образа) и способность к обучению является характерной особенностью бионических машин, отличающих ее от электронной цифровой вычислительной машины.

В отличие от этой последней, в бионической машине стимулом выбора той или иной программы поведения в большинстве случаев служит не единичный возбудитель (команда), а комплекс возбудителей (образ). В метеорологических бионических автоматах погоды таким комплексом будет являться «образ» хорошей или плохой погоды.

Таким образом, повышение точности и оперативности прогнозов погоды может быть достигнуто в ходе дальнейшего развития науки, на основе новых технических средств и в первую очередь техники телеизмерения, связи и электронных вычислительных машин. Все это плоды труда огромной армии ученых различных отраслей знания. Сейчас Главным управлением Гидрометеорологической службы уже разработан план практической реализации этой весьма важной для всего народного хозяйства проблемы.

КОРОТКО О КНИГАХ

Н. А. Григорян
АЛЕКСАНДР ФИЛИПPOBИЧ
САМОЙЛОВ

Изд-во АН СССР, 1963, стр. 204,
ц. 74 коп.

А. Ф. Самойлов один из тех
ученых, которые сразу правильно

но поняли все значение Великой Октябрьской социалистической революции и безоговорочно стали на сторону Советской власти. Научное призвание и судьба Самойлова определялись в лаборатории И. П. Павлова. Впоследствии он возглавил новую отрасль электрофизиологии, электрокар-

диографию, которую успешно развивал в течение всей своей жизни. Велики заслуги Самойлова и в изучении физиологической оптики и акустики.

Предлагаемая читателю книга Н. А. Григорян дает яркое представление об этом замечательном деятеле советской науки.

ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ЖИЗНЬ

А. А. Дробков,

Доктор биологических наук

Из каких химических элементов состоят живые организмы и какую физиологическую роль они выполняют? Эти вопросы тесно связаны с познанием сущности жизни и ее законов, выяснив которые, человек сможет управлять жизненными процессами, успешно побеждать тяжелые болезни и преждевременную старость.

Многочисленными исследованиями, проведенными у нас и за границей, было установлено, что в состав любого организма — растений или животных — входят все известные химические элементы и их изотопы, которые по количественному содержанию делятся на макро-, микро- и ультрамикроэлементы. Растения усваивают их из почвы и атмосферы, а человек и животные получают из растительной пищи. Разница заключается лишь в том, что растения способны синтезировать самые сложные органические соединения — белки, жиры, углеводы, витамины, гормоны и др. из простейших минеральных соединений — углерода, кислорода, водорода, азота, фосфора, серы и т. д. В процессе жизнедеятельности растений мертвые минеральные соли превращаются в живое вещество при обычной температуре и давлении. А человек и животные питаются готовым органическим веществом, созданным растениями. Их жизнь без растений невозможна.

МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В СОСТАВЕ ОРГАНИЗМОВ

Еще в прошлом столетии было установлено, что около 99% живого веса растений, человека и животных составляют 10 химических элементов: углерод, водород, кислород, азот, фосфор, калий, кальций, магний, сера и железо, получившие название макроэлементов. На долю остальных химических элементов приходится около 1%, они называются микро- и ультрамикроэлементами (молибден, медь, бор, иод, кобальт и др.).

Соединения элементов — белки, жиры, углеводы и др., — это составные части жи-

вых организмов, постоянный синтез и распад которых обеспечивает непрерывный обмен веществ. Недостаточное или резко избыточное количество любого из питательных элементов болезненно отражается на состоянии человека, животных и других организмов.

Долгое время считалось, что макроэлементы полностью обеспечивают потребность любого организма в питательных веществах. Остальные химические элементы присутствуют в организмах только случайно, в качестве сопутствующих примесей. Это подтверждалось и физиологическими опытами по выращиванию растений в водной среде на искусственных питательных смесях, в состав которых входят 7 элементов — азот, фосфор, калий, кальций, магний, сера и железо. Углерод, водород и кислород растения усваивают из атмосферы и воды.

Однако позднее такое мнение оказалось ошибочным: растениям, организму человека, животного, микроорганизмам в одинаковой степени необходимы не только макро-, но и микро- и ультрамикроэлементы. При их полном отсутствии организмы погибают, а при резком недостатке подвергаются тяжелым эндемическим заболеваниям. Впервые на эту сторону вопроса указал В. И. Вернадский.

В жизни организмов отдельные питательные макро-, микро- и ультрамикроэлементы друг друга не заменяют. Каждый из них выполняет определенную физиологическую роль. Например, углерод, водород, кислород, азот, фосфор и сера входят в состав важнейших органических соединений — белков, жиров, углеводов, витаминов, гормонов и др., магний входит в состав хлорофилла рас-

тений, железо — в состав гемоглобина у человека и животных. Потребность организмов в микро- и ультрамикроэлементах мала, но их физиологическая роль равнозначна роли макроэлементов. Эта роль заключается прежде всего в непосредственной связи микроэлементов с ферментами, гормонами и витаминами. Каждый микроэлемент оказывает свое особое специфическое действие на жизненные процессы. Например, при отсутствии или недостатке молибдена в питательной среде задерживается рост и прекращается синтез белка у растений и животных. Он оказывает сильное влияние на усвоение молекулярного азота воздуха почвенными микроорганизмами — азотобактером и клубеньковыми бактериями. Внесение малых количеств молибдена в почву заметно увеличивает урожай таких сельскохозяйственных культур как горох, кукуруза, клевер, люцерна и повышает содержание белка в отдельных их органах.

При недостатке в почвах бора растения резко отстают в росте, у них отмирают точки роста, а у сахарной свеклы и кормовых корнеплодов появляется внутри гниль. При полном отсутствии бора в питательной смеси растения погибают.

Огромную роль в жизни человека, животных и растений играет медь. Она входит в состав таких важных окислительных ферментов как полифенолоксидаза и аскорбиноксидаза, а также в состав витаминов. При недостаточном количестве усвояемой меди в почвах наблюдается медное голодание растений, происходит побеление и засыхание листьев и не образуются зерна. Животные, получающие корма с недостаточным содержанием меди, заболевают лизухой. Эта болезнь излечивается только введением в организм с пищей малых количеств меди.

Зоб у человека и животных вызывается недостатком в пище и питьевой воде иода. Если в пище человека и животных окажется недостаточно кобальта, происходит расстройство кроветворения, развивается тяжелая форма анемии (злокачественное малокровие).

Цинк необходим для всех организмов — и человека и животных. Наибольшее количество цинка содержится в поджелудочной железе, половых железах и гипофизе.

Большую роль в жизни человека, растений и животных играют элементы редких земель. Это название в периодической систе-

ме Менделеева дается 15 элементам, очень близким между собой по своим химическим свойствам. В почвах их содержание колеблется в пределах от 0,01 до 0,024%. Элементы редких земель усваиваются растениями из почвы, а через растения они поступают в организмы человека и животных. Редкие земли постоянно присутствуют в основных видах фосфорных удобрений — в апатитах (0,7—3,5%), в фосфоритах (0,05—0,8%), в костяной муке, суперфосфате, преципитате и др., вместе с которыми они вносятся в виде сопутствующих микроудобрений, оказывая положительное действие на развитие растений (рис. 1). Эти элементы должны привлечь большое внимание не только биологов, но и медиков, так как недостаток редких земель в организмах ведет к заболеваниям, которые еще недостаточно изучены.

Видное место в жизни растений, человека и животных занимает марганец. При отсутствии его растения погибают, а при резком недостатке подвергаются специфическим заболеваниям. На листьях появляются светло-зеленые пятна, рост растений прекращается, нарушаются процессы фотосинтеза, дыхания, синтеза белков, углеводов. Марганец входит в состав окислительных ферментов — оксидаз, повышая одновременно активность других ферментов, например фосфатазы, аргиназы — этого важного фермента белкового обмена. Он необходим и для образования у растений витамина С (аскорбиновой кислоты).

В малых количествах марганец необходим для нормального развития человека и животных, он содержится почти во всех органах и тканях организмов — в красных кровяных тельцах, в спинном и головном мозгу, в костной ткани, в печени и др.

Даже при кратком рассмотрении роли некоторых микроэлементов в жизни организмов хорошо видно, какое огромное значение они имеют в поднятии урожайности, повышении качества продукции, улучшении здоровья людей, поднятии продуктивности животноводства. В тесной зависимости от них находится такой важнейший жизненный процесс, как фотосинтез, в результате которого растения под действием лучей солнечного света, влаги и тепла осуществляют синтез основных продуктов жизни — белков, жиров, углеводов, витаминов и других органических соединений.

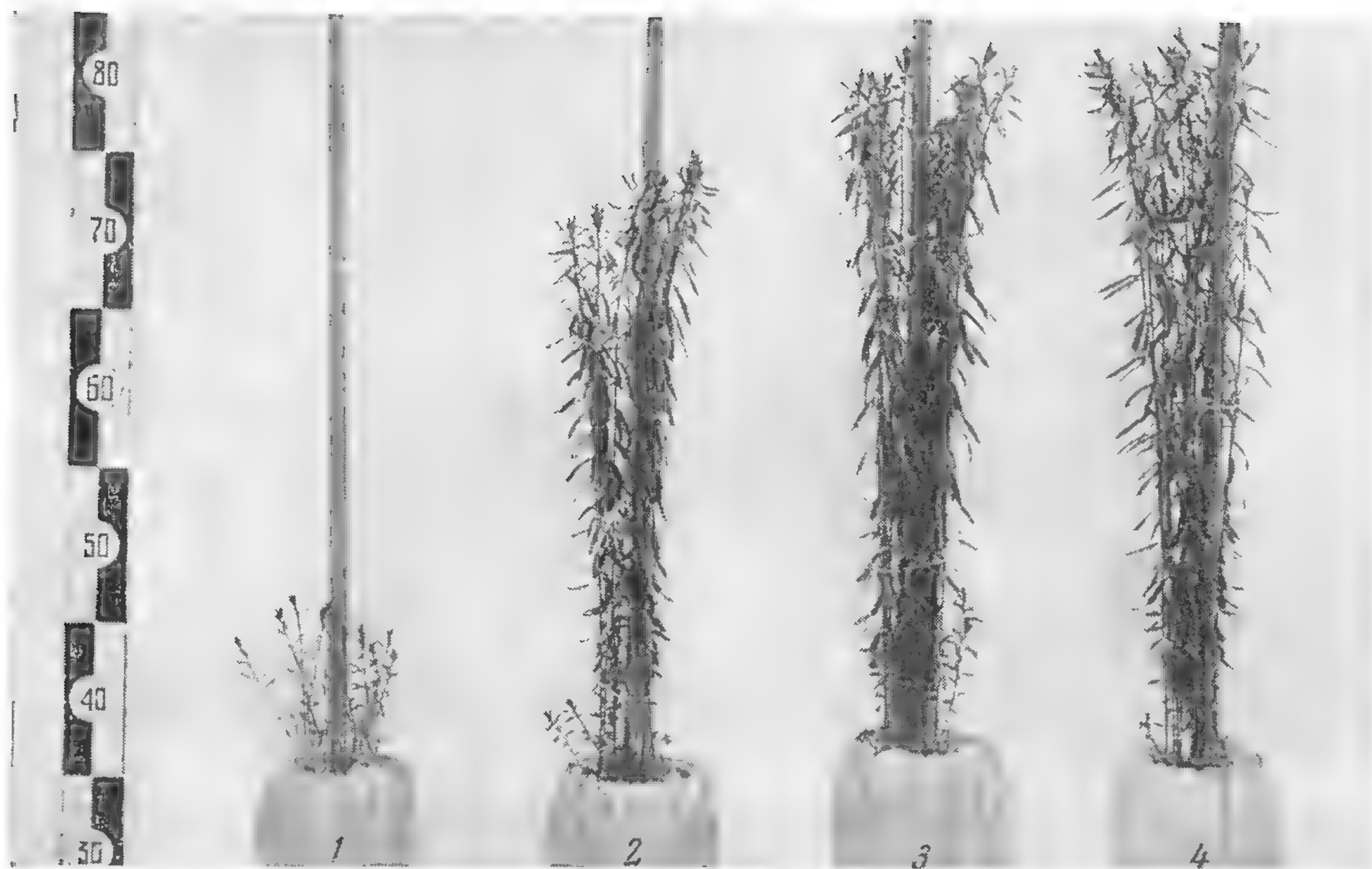


Рис. 1. Влияние редких земель на развитие льна. Питательная смесь без микроэлементов (водные культуры) (1); с добавлением бора и марганца (2); с добавлением 1 мг окиси редких земель (3) и 2,5 мг окиси редких земель (4)

ЕСТЕСТВЕННЫЕ РАДИОАКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Естественные радиоактивные элементы входят в состав всех природных тел и организмов. В земной коре и почвах приблизительно 2,4% калия, около одной тысячной процента каждого из таких радиоактивных элементов, как уран, торий, самарий и рубидий. Содержание радия колеблется около $10^{-10}\%$. Эти элементы постоянно усваиваются растениями из почвы, атмосферы и природных вод, а через растения поступают в организм человека и животных. В малых количествах они необходимы для жизни в такой же степени, как и другие микроэлементы.

Естественные радиоактивные элементы отличаются от других химических элементов тем, что ядра их атомов непрерывно распадаются, выделяя большое количество энергии в виде альфа, бета и гамма-лучей. Радиоактивные излучения невидимы, но они легко обнаруживаются по способности действовать на фотографическую пластинку подобно видимому свету, иони-

зировать газы, вызывать флюоресценцию и т. д.

Физиологические опыты показали, что при недостатке отдельных естественных радиоактивных элементов в питательной среде растения сильно замедляют свой рост и развитие. При внесении ничтожно малых количеств радия, урана или тория в почву или искусственную питательную среду, дополнительно к основным питательным веществам, при определенных условиях заметно увеличивается урожай, повышается содержание белка в зернах, сахара в корнях сахарной свеклы и овощных культурах, ускоряется созревание растений¹ (рис. 2).

Какое влияние оказывают естественные радиоактивные элементы на организм человека и животных? Экспериментальные данные показывают их положительное действие. В малых количествах эти элементы не-

¹ См. А. А. Дробков. Микроэлементы и естественные радиоактивные элементы в жизни растений и животных, Изд-во АН СССР, 1958.

обходимы для нормального развития. При их недостатке нарушается обмен веществ, понижается жизнедеятельность отдельных органов, клеток и тканей, и в результате могут появиться заболевания, подобные тем, которые известны в случае недостаточного количества микроэлементов. Эти заболевания можно лечить только введением в организм недостающих количеств радиоактивных элементов. Внешнее воздействие радиоактивных излучений при таких заболеваниях малоэффективно.

Как известно, естественные радиоактивные воды Железноводска, содержащие повышенные количества радия, урана и тория, радоновые воды Пятигорска, радиоактивные воды Цхалтубо, Джеты-Огуза в Киргизии, на курортах Урала и других, широко и успешно используются медициной для лечения заболеваний суставов, костей, мышц, центральной и периферической

нервной системы, сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта и др. Опыты по сравнительному действию Славяновской минеральной воды и осадка Славяновского источника — травертина Железноводска, содержащих повышенные количества радия (С. Н. Молчанов и И. А. Ульм, 1959), показали, что эти вещества при внутреннем их применении повышают уровень сахара в крови в первые часы опыта, но при длительном применении у здоровых кроликов происходит снижение сахара за счет повышения синтетической гликогенообразовательной способности печени.

Резкое изменение секреции печени у животных и устойчивость к заболеваниям под влиянием радоновой воды Пятигорских источников обусловлено в основном присутствием радона, а не солевого раствора минеральной воды. (Это подтверждено опытами О. Ю. Волковой, А. Д. Ташинской,



Рис. 2. Влияние тория на развитие гороха. Полная питательная смесь без микроэлементов (1); с внесением бора и марганца (2); с дополнением 10^{-6} % тория (3); 10^{-4} % тория (4) и 10^{-2} % тория (5)

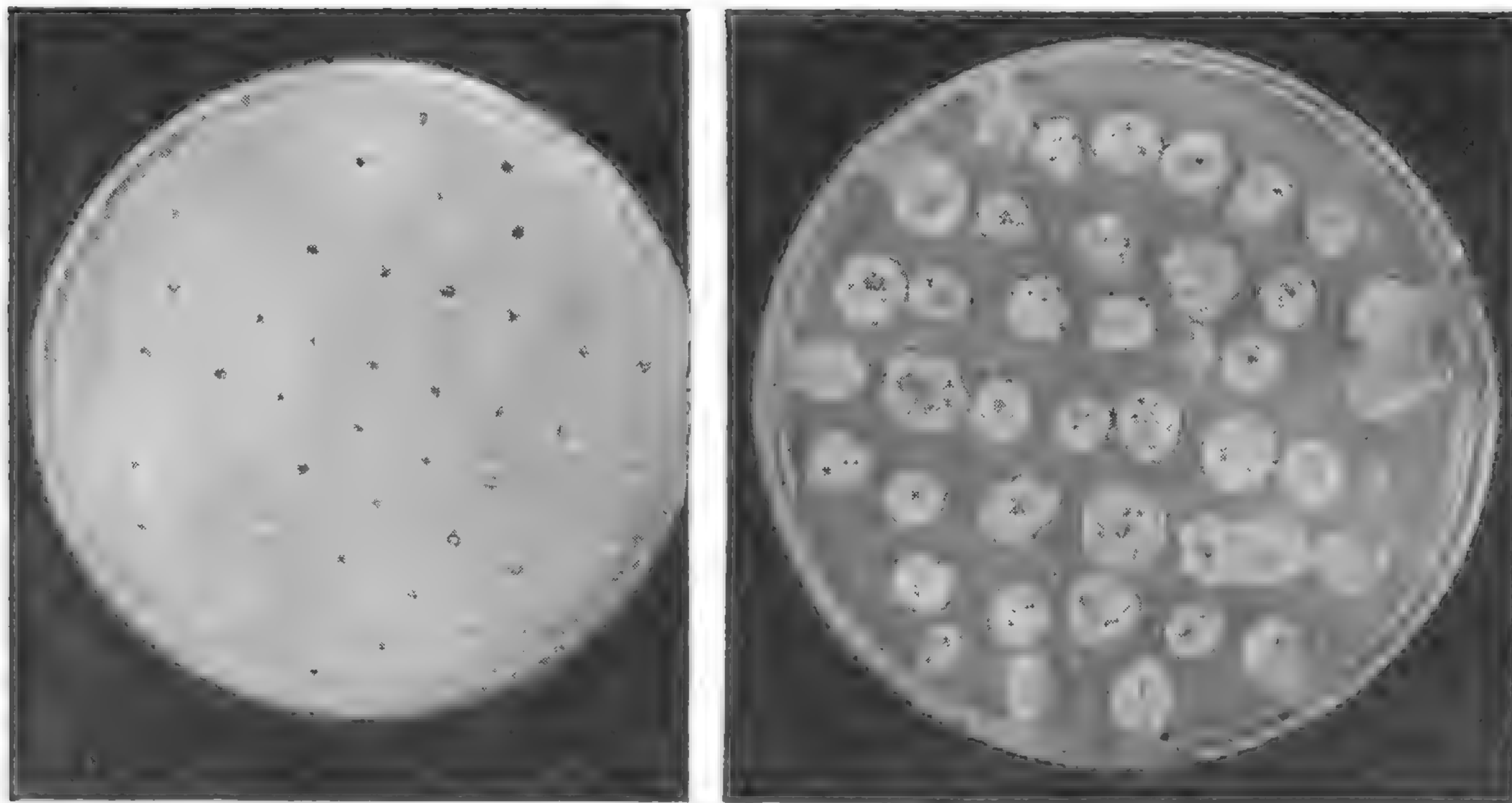


Рис. 3. Влияние повышенной естественной радиоактивности почв Пятигорска на интенсивность развития азотобактера: *слева* — контрольная почва вне радиоактивных источников; *справа* — почва близ радиоактивного источника, вокруг комков почвы развиты колонии азотобактера

А. К. Пислегиным и В. Ф. Даниловой, 1957)¹.

Радиоактивные воды Пятигорска и Железноводска широко используются лечебными учреждениями для радиоактивных ванн, ингаляций и др. Очень широко распространены радиоактивные воды с малым дебитом, так называемые дикие источники, которые используются населением для бытовых нужд.

Исследования, проведенные в этих районах, показали, что радиоактивность почв здесь примерно в 10 раз выше обычной. Однако она не приносит вреда организмам, а наоборот, способствует лучшему росту растений и более интенсивному развитию микроорганизмов почв (рис. 3).

Какое влияние оказывают малые концентрации естественных радиоактивных элементов на интенсивность развития и продолжительность жизни организмов?

Нами были проведены опыты по изучению влияния малых концентраций урана и тория на продолжительность жизни азотобактера. Этот микроорганизм, как известно, очень отзывчив на внесение в питательную среду радиоактивных элементов. В почву, содержащую азотобактер, вносились уран и то-

рий в количествах $10^{-4}\%$, после чего она тщательно перемешивалась, насыщалась стерильной водой и помещалась в термостат. Посев проводился на питательную среду Эшби путем десятикратного разведения методом комочков. Результаты подсчета количества клеток азотобактера в разные сроки его развития при оптимальных условиях тепла и влаги показывают, что уран и торий заметно усиливают продолжительность жизни этого микроорганизма (см. табл.).

Питательная среда Эшби	Количество клеток азотобактера в тыс. на 1 г почвы					
	Через 2 часа	На 3 сутки	На 5 сутки	На 7 сутки	На 10 сутки	На 15 сутки
С ураном	85	72	57	41	2	0,2
С торием	86	75	53	41	4	0,3
Безрадиоактивных элементов (кон- троль)	91	39	45	23	0	0

Роль малых количеств естественных радиоактивных элементов в укреплении жизнеспособности организма, по-видимому, необходимо учитывать при решении таких важных вопросов, как борьба с преждевременной старостью и продление жизни.

Вредное действие на организмы оказы-

¹ См. Труды Пятигорского государственного бальнеологического института, 1958, т. I; 1959, т. II.



Рис. 4. Радиофотография хризантемы, выращенной в водных культурах с радием. Радий концентрируется в молодых листьях

вает только такая степень радиоактивности, которая значительно превышает возможную в естественных условиях. Это действие может проявиться не сразу, а через продолжительное время, и не только на существующем поколении, но и на будущих. В частности, это необходимо учитывать при использовании искусственных радиоактивных изотопов в медицине, биологии и сельском хозяйстве.

Среди естественных радиоактивных элементов особое место в жизни человека, растений и животных занимает калий. Он обладает наименьшими радиоактивными свойствами. Но, по сравнению с другими элемен-

тами, его много в организмах. По современным данным, 1 г калия в одну секунду выделяет 29 β - и 3,6 γ -частиц. Однако естественная радиоактивность организма человека, обусловленная только содержанием калия и естественного радиоактивного углерода, составляет около 8—10 β - и γ -частиц на 1 г тела в минуту. Радиоактивность растений, произрастающих в естественных условиях, еще выше. Для любого организма калий — необходимый питательный элемент, заменить его другими нельзя, хотя и калий, в свою очередь, не может заменить другие естественные радиоактивные элементы.

Какое физиологическое действие оказывают химические и радиоактивные свойства калия, а также других естественных радиоактивных элементов — этот вопрос до конца еще не решен, так как внутри организмов элементы одновременно выполняют физиологическую роль всеми своими свойствами — физическими, химическими и радиоактивными. С этой точки зрения, неправомерны попытки некоторых ученых свести влияние естественных радиоактивных элементов на организмы только к воздействию радиоактивных излучений, и наоборот.

ЭНЕРГИЯ, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ЖИЗНИ

Нередко возникает вопрос, не приносят ли естественные радиоактивные элементы вреда организмам своими излучениями, которые все время выделяются в результате распада ядер их атомов? Этот вопрос волнует людей еще и потому, что после испытания атомного и водородного оружия выделяется огромное количество искусственных радиоактивных изотопов — радиостронция, радиоцезия и др., которые загрязняют почву, водоемы и воздух, попадая в конечном итоге в растения, а затем и в организмы человека и животных.

Однако утверждение, будто бы любая доза радиоактивных веществ, как бы она ни была мала, приносит вред организмам, абсолютно неправильно. Таких экспериментальных данных в науке нет. Если бы естественные радиоактивные элементы в тех количествах, которые постоянно содержатся в окружающей среде и организмах, приносили вред своей радиоактивностью или другими свойствами, то жизнь и ее эволюция на нашей планете были бы невозможны. Количественное содержание калия, урана, радия, тория, самария, рубидия, естест-



Рис. 5. Радиофотография двухлетнего кок-сагыза, выращенного в песчаных культурах с радием ($10^{-9}\%$). В период цветения радий преимущественно концентрируется в цветах

венного радиоактивного углерода в почвах, природных водах, атмосфере и организмах является той биологической нормой, которая характеризует уровень не только безвредных, но и полезных доз для организмов.

В. И. Вернадский писал, что жизнь на Земле обуславливается двумя важнейшими источниками энергии — солнечными излучениями и атомной энергией естественных радиоактивных элементов. В чем заключа-

ется сущность положительного действия природных радиоактивных излучений на жизнедеятельность организмов?

Радиоактивные излучения при поглощении живой тканью производят определенное биологическое действие, которое выражается прежде всего в ионизации и возбуждении нейтральных молекул и атомов, и тем самым постоянно поддерживают ее в подвижном, активизированном состоянии. Одна α -частица, проходя в живой ткани путь в несколько микрон, ионизирует около 200 тыс. нейтральных молекул и атомов, создавая плотность ионизации порядка нескольких тысяч пар ионов на микрон пути. Ионизирующее действие β - и γ -излучений значительно слабее, но они обладают большей проникающей способностью.

Ионизирующее действие радиоактивных излучений специфично, оно не может быть произведено в такой степени другими видами излучений вследствие недостаточности их энергии.

Энергия, необходимая для ионизации нейтральных молекул воздуха, в среднем равняется около 33 эв. Поэтому можно исключить всю группу лучей видимого света и ультрафиолетовых излучений при ионизации аналогичных по прочности связей молекул и атомов из-за недостаточности энергии та-

ких излучений. Коротковолновое ультрафиолетовое излучение способно произвести небольшую ионизацию, но оно сильно поглощается поверхностью вещества и ионизация оказывается малоэффективной.

В среднем только часть энергии радиоактивных излучений расходуется непосредственно на ионизацию, т. е. на преодоление отрыва связей электрона от атома, другая же часть ее расходуется на возбуждение

атомов. Во время этого процесса электрон переходит с внутренней на более внешнюю оболочку атома, при обратном же переходе атома на прежнее невозбужденное состояние, происходит испускание нескольких фотонов ультрафиолетового излучения. Несомненно, что энергия этих излучений определенным образом влияет на физиологические процессы, но эта сторона вопроса в настоящее время еще недостаточно изучена.

Ионизированные и возбужденные молекулы и атомы обладают высокой химической и биологической активностью, они все время поддерживают живое вещество в подвижном состоянии, особенно при синтезе и распаде отдельных органических соединений. В живых организмах все процессы и виды энергии находятся в строгом соответствии и сочетании между собой.

Естественные радиоактивные элементы внутри организмов находятся в подвижном состоянии, обычно они избирательно концентрируются в тех органах и тканях, где наиболее интенсивно совершаются жизненные процессы. У растений — радий, уран, торий и др. избирательно концентрируются в молодых точках роста и во время созревания в органах плодоношения (рис. 4, 5). Микроорганизмы почв — азотобактер и клубеньковые бактерии обычно накапливают в своих клетках значительно больше естественных радиоактивных элементов по сравнению с их обычным содержанием в питательной среде смеси. Это повышает их жизнедеятельность и способность усваивать атмосферный азот.

При синтезе растениями из минеральных соединений органических веществ — этих основных продуктов жизнедеятельности — важную роль играют радиоактивные элементы, но в изучении этих процессов еще многое предстоит сделать современной науке.

В середине прошлого столетия полагали, что нормальное развитие человека и животных в достаточной степени обеспечивается

содержанием в пище белков, жиров и углеводов. Но наука опровергла такое представление. Были открыты витамины, гормоны, ферменты и другие вещества, оказывающие сильное действие на реакции обмена. Впоследствии было выяснено, что эти вещества состоят из белкового носителя, в состав которого обычно входит тот или другой микро- или ультрамикроэлемент: иод входит в состав гормона щитовидной железы — тироксина, медь в состав ферментов полифенолоксидазы и аскорбиноксидазы, кобальт в состав витамина B₁₂, молибден в состав фермента нитроредуктазы, цинк в состав карбонангидразы и уреазы и т. д.

Естественные радиоактивные элементы, по-видимому, в состав органических соединений не входят, но служат теми веществами, которые оказывают прямое положительное действие на биохимические и другие жизненные процессы. В малых количествах их присутствие в организмах необходимо.

Таким образом, микроэлементы и естественные радиоактивные элементы — могучий фактор здоровья людей, высоких и устойчивых урожаев с хорошим качеством продукции, здоровья животных и их продуктивности, интенсивного развития полезной для человека микрофлоры почв — клубеньковых бактерий и азотобактера и их высокой усвояющей способности атмосферного азота и обогащения им почв. При их резком недостатке в почве и пище организмы подвергаются тяжелым эндемическим заболеваниям, которые можно успешно лечить только путем введения в организмы недостающих питательных микро- и ультрамикроэлементов. Таких заболеваний еще много и не все они до конца изучены. Более глубокое изучение роли и значения микроэлементов и естественных радиоактивных элементов в жизни растений, человека и животных позволит проникнуть еще во многие скрытые явления жизни.

577. 17

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ, № 9 ЖУРНАЛА «ПРИРОДА»

АРОМАТИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ. Статья *З. Н. Парнес*

ЮБИЛЕЙ ТИХОГО ОКЕАНА. Статья *Я. М. Света*

КАКОВА ЖЕ ВЕЛИЧИНА АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ЕДИНИЦЫ? Статья *В. И. Слыша*



Лауреаты
**ЛЕНИНСКИХ
ПРЕМИЙ**

НОВЫЙ КЛАСС ПОЛИМЕРОВ

Ленинской премии 1963 года удостоено исследование члена-корреспондента АН СССР К. А. Андрианова в области полимеров с неорганическими главными цепями молекул. Работа эта имеет большое теоретическое и практическое значение, открывает новый класс веществ, обладающих ценнейшими свойствами.

Среди большого многообразия природных и синтетических высокомолекулярных соединений особое место занимают полимеры с неорганическими цепями молекул. Полимеры этого типа сейчас — не только объект лабораторных исследований, они широко используются в промышленности для создания термостойких материалов — пластмасс, лаков, масел, смазок и каучуков.

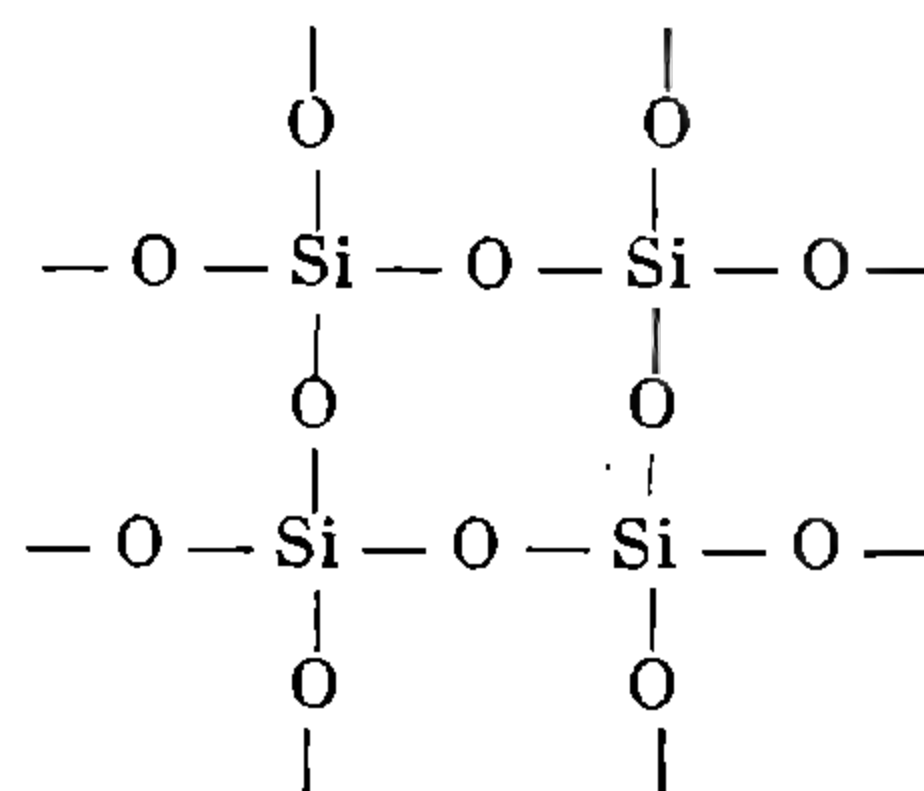
Как известно, органические полимеры имеют в своей основе цепь из последовательно связанных атомов углерода. Такие цепи характерны для большинства подобных полимеров — этилена, стирола, винилхлорида, метилметакрилата. Существует также большая группа органических полимеров, содержащих вкрапленные в полимерную углеродную цепь атомы органогенных элементов, например, атомы кислорода, азота или серы. К ним относятся полиэферы, эпоксидные полимеры, полиамиды, полисульфиды (тиокол) и др.

Из всех элементов периодической системы лишь углерод способен образовывать цепи, построенные из нескольких тысяч последовательно связанных атомов углерода. Другие элементы не образуют сколько-нибудь заметных устойчивых цепей из последовательно связанных одинаковых атомов.

Заманчивая идея использования других элементов периодической системы для построения полимерных цепей осуществляется в природе. Так, в земной коре содержится

большое число разнообразных минералов, многие из которых представляют собой в сущности те же полимеры.

Кремний, второй по распространенности элемент земной коры, хотя и не способен образовывать однородные цепи, но в сочетании с кислородом дает устойчивый окисел — двуокись кремния, который служит основой таких природных веществ, как кварц, горный хрусталь, речной песок и т. д. Структуру кварца можно изобразить так:

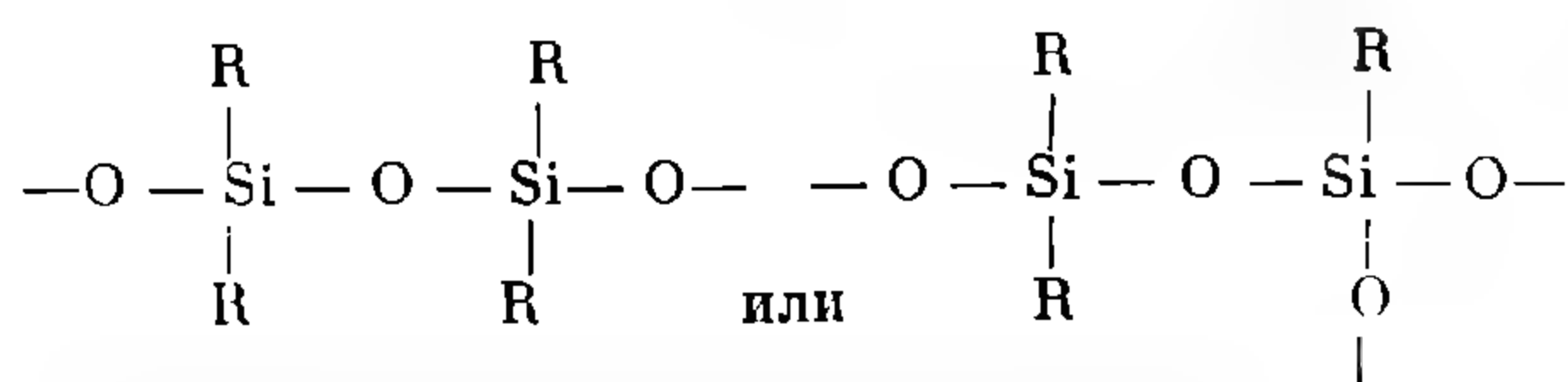


Это — жесткая полимерная сетка последовательно соединенных атомов кремния и кислорода. В отличие от цепей, построенных только из атомов кремния, она характеризуется исключительной термической и химической устойчивостью. Полимерные цепи состава кремний—кислород—кремний, из которых построена сетка кварца, и являются главными неорганическими цепями молекул новых полимеров, которым уделяется сейчас такое внимание со стороны науки и техники.

Считая во всех направлениях полимер-

ная сетка кварца не может быть эластичной. Для создания гибких и эластичных полимеров необходимо обрамление неорганических молекулярных цепей органическими радикалами.

Идея создания полимеров с неорганическими цепями молекул стала реальной впервые в 1937 г., когда Кузьма Андрианович Андрианов, ныне лауреат Ленинской премии, показал, что полиорганосилоксаны представляют большой интерес для техники как новый класс полимеров, пригодный для создания высокотермостойких материалов. Вот типовые структуры полиорганосилоксанов:



где R — органический радикал.

Линейная структура полимера, изображенная первой формулой, представляет собой граничную структуру. Между линейной молекулой полиорганосилоксана и сшитой сеткой кварца существует огромное разнообразие переходных разветвленных и частично сшитых структур, подобных той, что изображена второй формулой. Степень жесткости молекулы в таких структурах можно определить как отношение числа поперечных связей между цепями к числу атомов кремния, или, что проще, числа органических радикалов к числу атомов кремния (R:Si). Так, при отношении R:Si в пределах от 3 до 2,1 получают вязкие жидкости, при отношении равном двум — эластичные каучукоподобные полимеры, а при отношении меньшем двух образуются полимеры



К. А. Андрианов

с различной степенью жесткости, пригодные для создания лаковых пленок и пластмасс.

Методы получения полиорганосилоксанов на основе этих принципов разрабатывались очень интенсивно и теперь общее мировое производство полиорганосилоксанов и мономеров для их получения достигло, примерно, 60 тыс. т в год.

Построение полимерной цепи из атомов положительно поляризующихся элементов и кислорода, склонного к отрицательной поляризации, оказалось многообещающим методом, который позволяет создавать новые типы полимеров с различными главными

цепями молекул. Так, наряду с широко известными полиорганосилоксанами и полиметаллоорганосилоксанами в последнее время увеличилось число работ в области синтеза и исследования свойств полимеров, содержащих в главной цепи атомы алюминия и кислорода и названных алуконами (по аналогии с силиконами — кремнийорганическими полимерами). Описаны также полимеры с цепями молекул алюминий — кислород — фосфор.

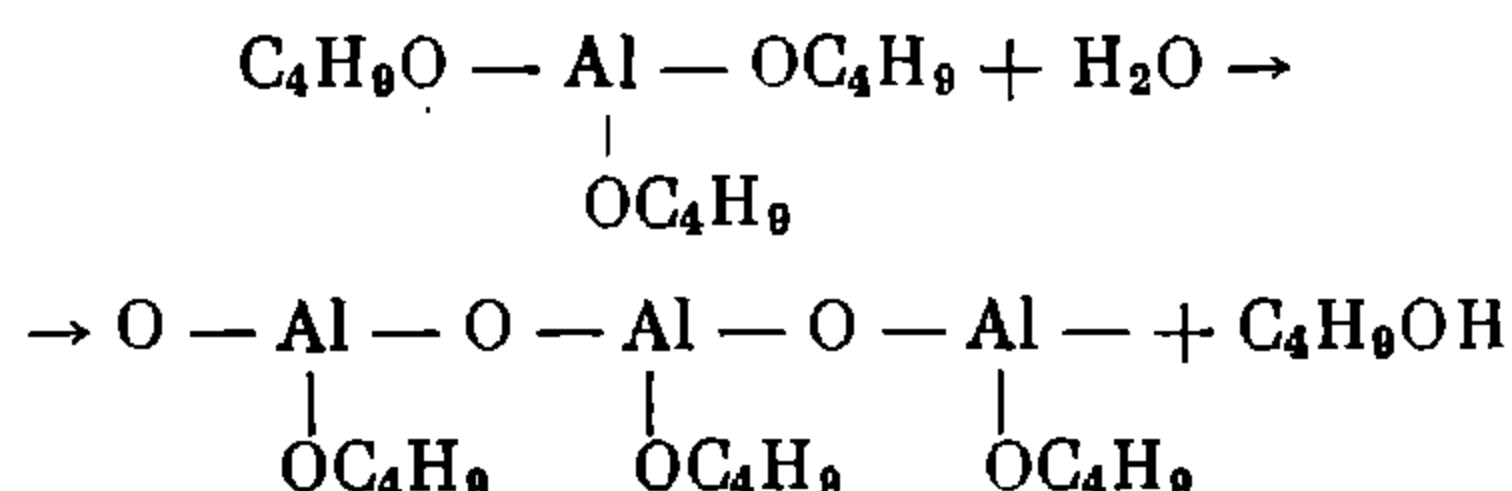
В 1947 г. К. А. Андрианов показал, что при реакции металлов или гидроокисей металлов с полиорганосилоксанами, содержащими гидроксильные группы, наблюдается образование связей кремний — кислород — металл. В дальнейшем эти реакции были разработаны как методы получения полиметаллоорганосилоксанов. При этом можно наблюдать одно важное обстоятельство: цепь образующейся полимерной молекулы построена из чередующихся атомов кремния, кислорода и металла. Кислород как отрицательно поляризующийся элемент служит связующим звеном между положительно по-

ляризуемыми атомами кремния и металла.

Новые методы синтеза полиметалло-органосилоксанов были широко использованы для получения полимеров, содержащих в цепи различные металлы: алюминий, титан, бор, олово, кобальт, никель, железо и некоторые другие элементы. Внедрение атомов металлов в полимерную цепь резко изменяет свойства соединения, даже при относительно небольшом содержании металла. Способность многих из этих вводимых элементов образовывать координационные связи накладывает свой отпечаток на свойства полимеров, их поведение при действии температуры и т. д. Так, полиалюмофенилсилоксан или полиалюмоэтилсилоксан не способны плавиться, но хорошо растворяются в органических растворителях. При введении же пластификаторов эти полимеры ведут себя как истинно термопластичные вещества.

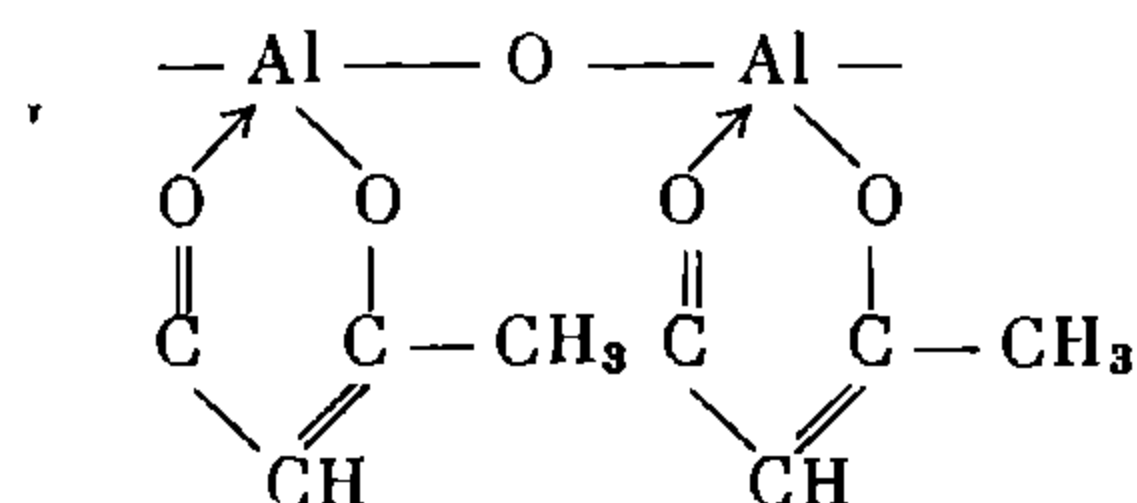
Резкое влияние вводимого в полимерную цепь элемента на свойства полимера делает возможным направленное изменение свойств материалов. Как показали исследования, проведенные в последнее время, этот путь весьма перспективен. Обычно при использовании кремнийорганических клеев прочность склейки стали достигает порядка 65—75 кг/см² при температуре 20° и 10—30 кг/см² после действия температуры 425° в течение 4 час. При введении в цепь всего лишь 0,05—0,3% бора прочность увеличивается до 95—150 кг/см² при комнатной температуре и до 70—100 кг/см² после действия температуры 425°. Введение 0,05% алюминия в полимерную цепь полиметилсилоксана снижает потери в весе этого полимера после пяти суток нагревания при температуре 400° с 11,5% до 6,0%.

Полимеры с металл-кислородными цепями молекул получают теми же методами, что и полиорганосилоксаны. При действии небольших количеств воды на спиртоалюминия образуются полимеры, цепи молекул которых построены из атомов алюминия и кислорода, подобно молекулярным цепям корунда:



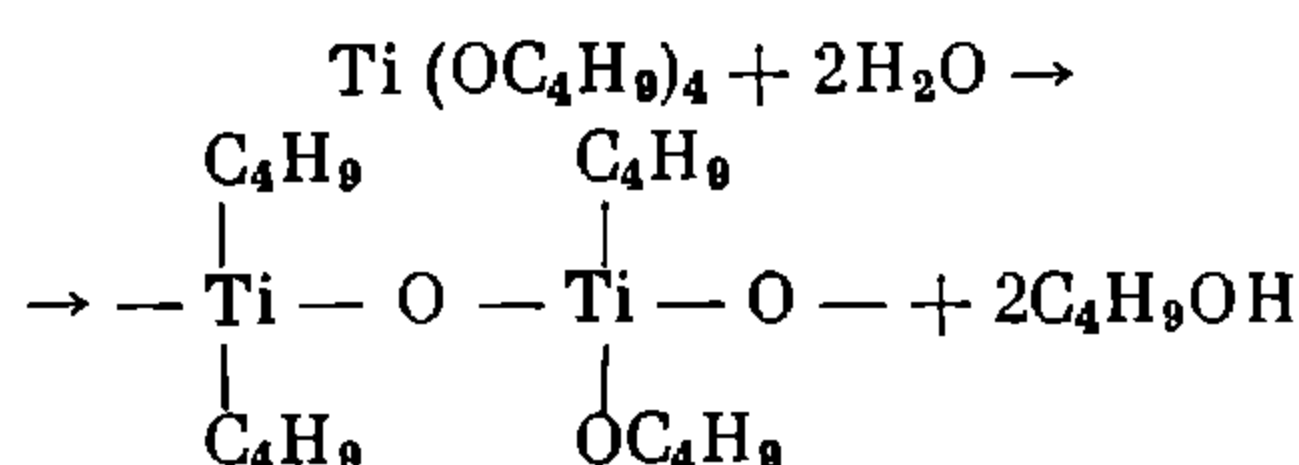
Чтобы повысить устойчивость образующихся полимеров к действию воды, одну

из групп, связанных с атомом алюминия, замещают на остаток ацетоуксусного эфира, который образует внутрикомплексную связь с алюминием. Такие полимеры имеют элементарные звенья

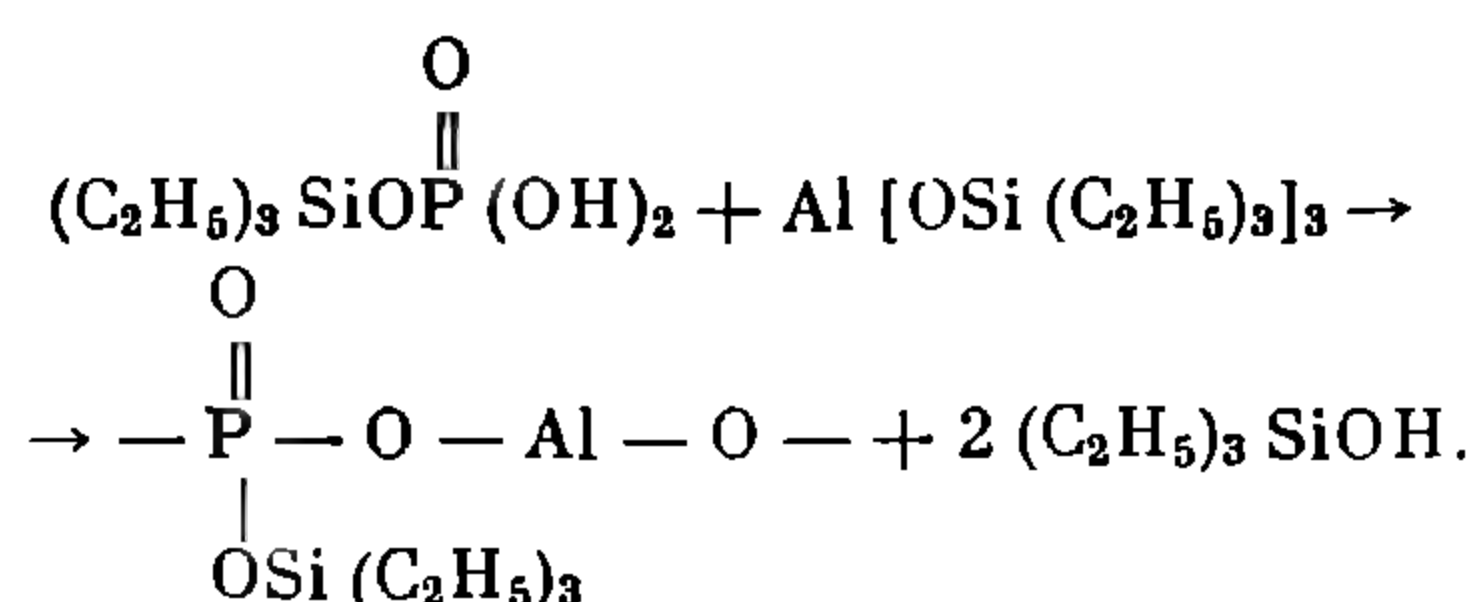


и используются для модификации масел и смол, применяемых в производстве лаков.

Аналогичные полимеры, но с цепями титан—кислород—титан получают при гидролизе тетрабутоксититана:



Чрезвычайно интересны продукты, получаемые при взаимодействии триэтилсилокси-фосфиновой кислоты и триэтилсиланолята алюминия:



В этих полимерах, как видим, главная цепь состоит из неорганических элементов, а обрамляют цепь кремнийорганические радикалы, обеспечивающие плавкость и растворимость полимера.

Мы привели всего лишь несколько примеров, но они показывают, насколько широка и многообразна область химии полимеров с неорганическими цепями молекул. Разработка новых методов синтеза таких полимеров, изучение их свойств и закономерностей между структурой и составом полимерной цепи и свойствами полимеров — все эти и другие исследования, безусловно, принесут в ближайшее время много новых, интересных открытий.

А. А. Жданов

Кандидат технических наук

Институт элементоорганических соединений
АН СССР (Москва)

УСПЕХИ СОВЕТСКОЙ РАДИОАСТРОНОМИИ

С 26 февраля по 2 марта 1963 г. в Горьком проходила очередная научная конференция по радиоастрономии. Помимо обсуждений ряда проблем на пленарных заседаниях работа велась в четырех секциях, посвященных космическому радиоизлучению и его источникам, затем Солнцу, Луне и планетам, а также радиоастрономической аппаратуре.

В докладе чл.-корр. АН СССР В. Л. Гинзбурга и С. И. Сыроватского рассмотрены возможности теоретического объяснения недавно обнаруженного радиоастрономами весьма интересного явления. Известно, что спектральная плотность общего (непрерывного) радиоизлучения в нашей Галактике быстро растет с увеличением длины волны, начиная с сантиметровых и вплоть до $\lambda \simeq 30$ м. Яркость неба для определенной длины волны принято характеризовать яркостной температурой T_j , которая пропорциональна λ^{α} ¹. Спектральный индекс α зависит от относительной концентрации электронов с разными энергиями, поэтому радиоизлучение Галактики несет нам сведения о распределении электронов по энергиям. Однако вопрос о происхождении излучающих электронов остается неясным.

С другой стороны, в последнее время выяснилось, что при $\lambda > 30$ м спектральная плотность радиоизлучения замедляет свой рост, а затем начинает падать с увеличением длины волны. Авторы доклада показали, что эту особенность спектра можно объяснить, если предположить, что релятивистские электроны — вторичного происхождения. При соударениях протонов космических лучей с ядрами чрезвычайно разреженного межзвездного вещества возникают π -мезоны, которые распадаются с испусканием γ -квантов, а также электронов и позитронов. Это подтверждается, в частности, тем, что в энер-

гетическом спектре π -мезонов, наблюдаемых в космических лучах, имеется относительный недостаток π -мезонов низких энергий.

Существует и другое представление о происхождении электронов высокой энергии. И. С. Шкловский развивает его в применении, главным образом, к проблеме радиогалактик. В своем докладе он изложил гипотезу об образовании радиогалактик путем поглощения межгалактического вещества ядрами гигантских галактик¹. При втекании намагниченных газовых облаков в ядро галактики под действием тяготения может происходить ускорение заряженных частиц до релятивистских энергий аналогично частице, попавшей между двумя сближающимися зеркалами (так называемый механизм ускорения Ферми первого порядка). Вполне понятно, что при этом вместе с электронами ускоряются протоны и более тяжелые ядра, что уже делает непрерывное ускорение более правдоподобным. Действительно, предположение о вторичном происхождении релятивистских электронов не решает вопроса об источниках протонов и тяжелых ядер, регистрируемых в космических лучах. Конечно, оба указанных источника релятивистских электронов не исключают друг друга — напротив, на известной стадии ускорения, когда протоны наберут достаточную энергию, они сами могут производить вторичные электроны.

¹ Для нашей Галактики $\alpha = 2,6$.

¹ См. «Природа», 1962, № 6, стр. 108—109.

Не менее увлекательна проблема «радиозвезд — источников радиоизлучения с угловым диаметром менее $1''$ (1)¹. Один из них (3С 48) окружен оптически видимой слабой туманностью. Весьма вероятно, что это далекий (но в пределах Галактики) объект типа широко известной Крабовидной туманности, находящийся, возможно, на другой стадии эволюции.

Крабовидная туманность изучена сравнительно хорошо, так как расстояние до нее «лишь» три тысячи световых лет. Эта расширяющаяся туманность считается остатком сверхновой звезды 1054 г. Крабовидная туманность отличается от всех других остатков Сверхновых тем, что не имеет оболочечной структуры, а светится более или менее равномерно. Внутри нее находится слабая звездочка, которая время от времени выбрасывает светящиеся сгустки вещества, перемещающиеся со скоростью до 30 тыс. км/сек. Эта звезда может быть не только поставщиком релятивистских электронов, но и «виновницей» появления всей туманности. С другой стороны, радиоинтерферометрические наблюдения говорят о существовании тонкой структуры в Крабовидной туманности. Не исключено поэтому, что сама звезда тоже служит источником радиоизлучения.

И. С. Шкловский полагает, что некоторые «радиозвезды» могут быть остатками сверхновых звезд. Такие объекты должны обладать чрезвычайно интересными свойствами, с которыми физикам еще не приходилось встречаться на практике². Поэтому дальнейшие исследования подобных «точечных» объектов чрезвычайно важны³.

На секции обсуждались также результаты новейших наблюдений, выполненных главным образом на Большом пулковском радиотелескопе с площадью $140 \times 3 \text{ м}^2$.

Большое внимание привлекло сообщение

¹ Известны, по крайней мере 4 таких объекта. Все они обнаружены английскими исследователями с помощью радиоинтерферометра со сверхдлинной базой (расстояние между антеннами более 100 км).

² По мнению английского астрофизика Ф. Хойла, звезда при взрыве выбрасывает массивную оболочку, которая затем расширяется и образует туманность. Оставшаяся часть превращается в нейтронную звезду, имеющую плотность того же порядка, что и атомное ядро.

³ Новейшие наблюдения показывают, что по масштабам явления, процессы, приводящие к образованию «радиозвезд», значительно превосходят взрывы сверхновых звезд. (По выходу энергии — по крайней мере в миллионы раз). Кроме того, спектры этих объектов имеют большое красное смещение.

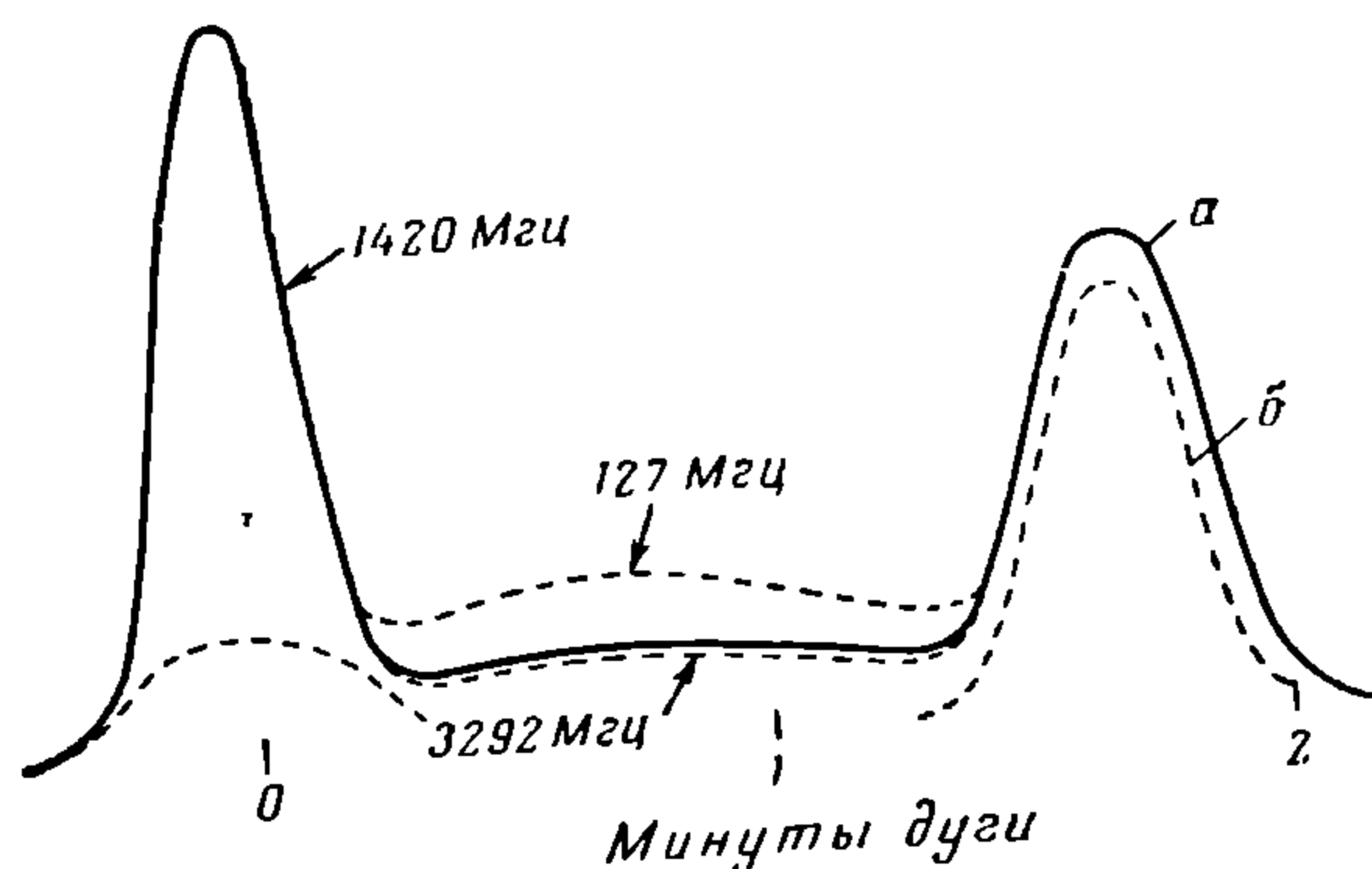


Рис. 1. Схема, поясняющая распределение радиояркости в Лебедь-А: а — в неполяризованном излучении, б — в поляризованном излучении (масштаб различный)

Т. М. Егоровой и других об изучении структуры центральных областей Галактики, где обнаружено несколько мощных источников радиоизлучения, расположенных в галактической плоскости. Наибольший интерес представляют исследования тонкой структуры внегалактических источников радиоизлучения на волне 3,3 см. (Ю. Н. Парийский). На этой волне радиотелескоп имеет разрешающую способность в горизонтальном направлении около $1'$, что меньше углового диаметра радиогалактики Лебедь-А, самого яркого из внегалактических источников радиоизлучения.

Прогресс радиоастрономии идет гигантскими шагами. Еще несколько лет назад общепринятой была точка зрения, согласно которой Лебедь-А представляет собой две оптически видимые гигантские галактики, сталкивающиеся со скоростью около 3 тыс. км/сек. Но число таких двойных объектов оказалось столь большим, что их невозможно объяснить случайными столкновениями. Повидимому, на определенном этапе своей эволюции стадию радиогалактики проходят все гигантские галактики.

Исследования показали, что Лебедь-А состоит из двух несколько различных по интенсивности ярких радиокомпонент, причем на метровых и дециметровых волнах между ними существует излучающая «перемычка» (рис. 1, а), которая не обнаружена на волне 3,2 см. Аналогичная картина в двух других радиогалактиках — Центавр-А и Дева-А (рис. 2). Все эти явления объясняет теория синхротронного излучения.

Поляризационные измерения радиоизлучения Лебедь-А на волне 3,2 см (В. Я. Гольнев, Н. С. Соболева) показали, что из-



Рис. 2. Фотография радиогалактики Центавр-А. Светлыми линиями показаны области мощного радиоизлучения

лучение более яркого компонента поляризовано значительно слабее (см. рис. 1, б). Этот факт еще ожидает своего теоретического объяснения.

Далее, сравнение положения плоскости поляризации на разных частотах дает возможность исследовать вращение плоскости поляризации в плазме с магнитным полем (эффект Фарадея), находящейся между источником и наблюдателем. Вообще говоря, вращение плоскости поляризации происходит в ионосфере, в межзвездных магнитных полях, а также в межгалактической среде, если наблюдается внегалактический источник.

Пулковскими радиоастрономами путем сопоставлений собственных измерений положения плоскости поляризации с американскими был измерен суммарный эффект межзвездной и межгалактической среды между Солнцем и источником Лебедь-А. Основная часть вращения происходит в нашей Галактике. Однако расчеты показывают, что фарадеевское вращение в межгалактической среде быстро растет для более далеких источников. Возможно, что будущие исследования в этом направлении позволят использовать этот эффект не только для изучения межгалактической среды, но и для определения

расстояний до внегалактических источников радиоизлучения. Первые такие исследования уже проведены в Австралии с помощью нового 66-метрового радиотелескопа.

Пожалуй, самая трудная задача внегалактической радиоастрономии — это изучение эволюции радиогалактик и проверка космологических теорий. В наблюдаемых зависимостях и величинах эволюционные и космологические эффекты тесно переплетаются, причем первый гораздо больше второго. Это означает, что изменение физических характеристик самих радиогалактик (их светимости, пространственной плотности и т. д.) за время в несколько миллиардов лет влияет на наблюдаемые величины сильнее, чем кривизна пространства или

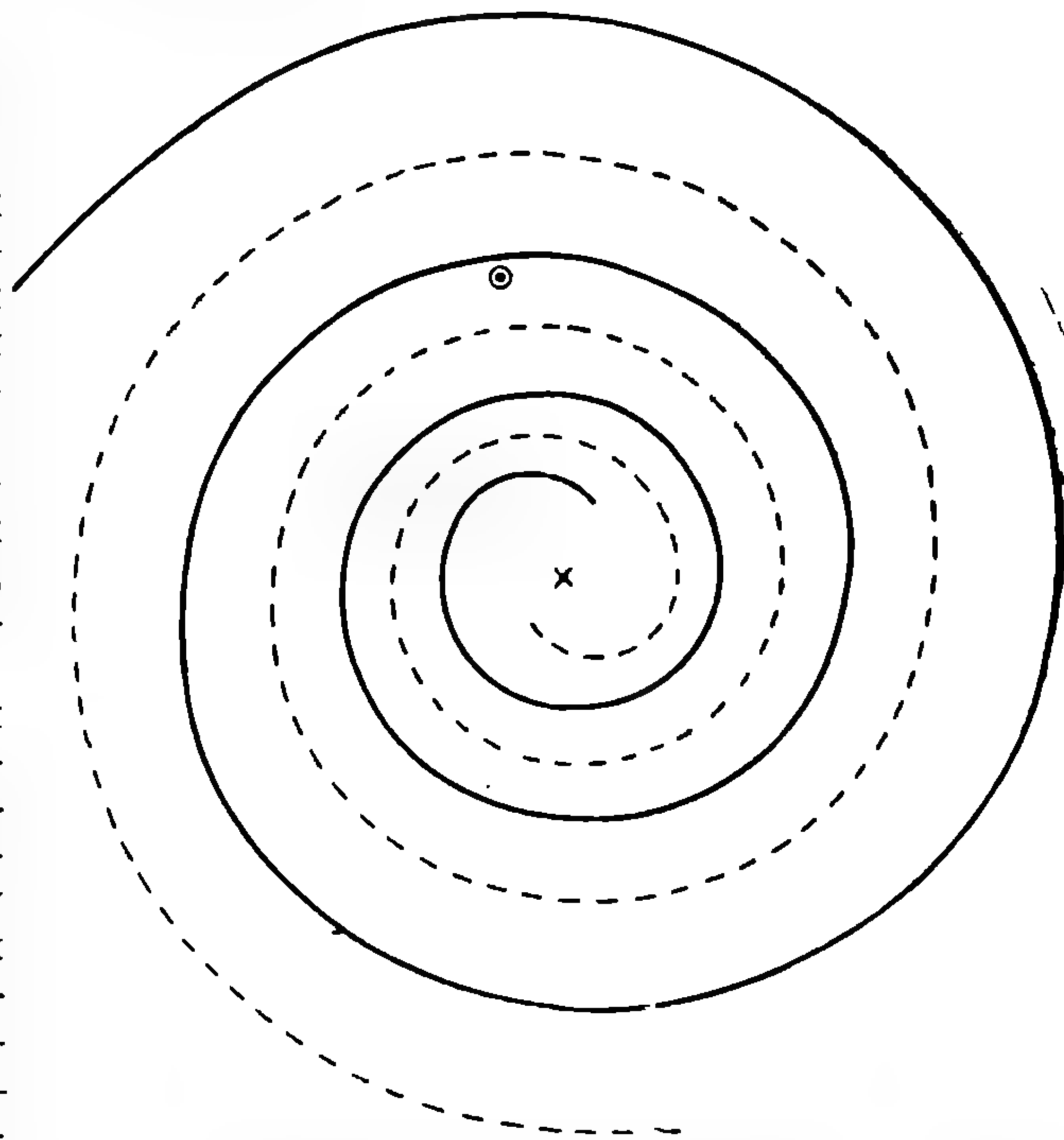


Рис. 3. Спиральная структура Галактики. Значком $\odot$ отмечено положение Солнца, $\times$ — центр галактики. Схема построена по радиоастрономическим и оптическим данным

скорость (и замедление) расширения Метагалактики.

Вторая трудность в том, что и в один момент времени объекты неодинаковы: например, светимости радиогалактик могут различаться в 10^6 раз (!). Не зная распределения радиогалактик по светимостям, нельзя серьезно говорить о внегалактических исследованиях.

Но до сих пор распределение объектов по светимостям наиболее уверенно получалось лишь по отождествленным объектам — самым близким из радиогалактик, что делало невозможным учет эволюции радиосветимости. Тем больший интерес представляет сообщение Ю. П. Псковского о найденной им эмпирической зависимости между спектральным индексом и светимостью радиогалактик. Такая связь поможет найти функцию светимости, уже в какой-то степени учитывающую эволюционные эффекты, что в принципе позволит решать космологические вопросы.

Н. С. Кардашев, Т. А. Лозинская и Н. Ф. Слепцова (ГАИШ) доложили о предварительных результатах выполняемых ими исследований по спиральной структуре нашей Галактики (рис. 3).

На секции радиоастрономической аппаратуры основной темой дискуссии было сравнение различных типов антенн. Было признано, что антенна типа Большого пулковского радиотелескопа лучше всего удовлет-

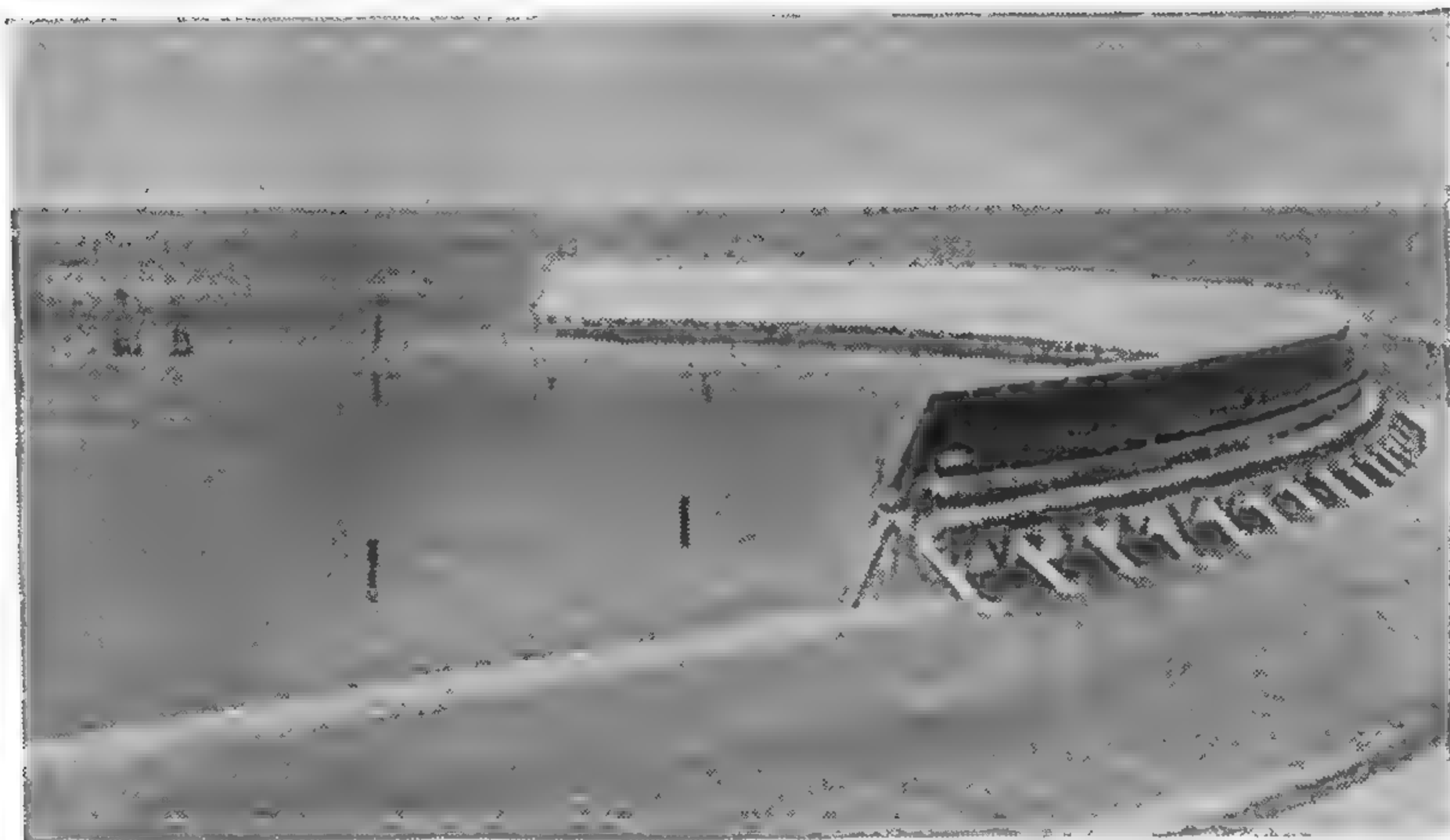


Рис. 4. Большой Пулковский радиотелескоп

воряет требованиям высокой эффективной площади и разрешающей способности (рис. 4).

На секции «Луна и планеты» были доложены результаты оптических и радиоастрономических исследований планет. О результативности радиоастрономических методов говорит, например, такой факт. В. С. Троицкий, используя прецизионные наблюдения Луны на разных длинах волн в диапазоне 3—50 см, получил распределение температуры с глубиной в поверхностном слое Луны до 50 км, где температура достигает 1000° . Исследователь считает, что источником тепловой энергии Луны является распад радиоактивных элементов.

Г. Б. Шоломицкий

Государственный астрономический институт
им. П. К. Штернберга (Москва)

523. 164

БУМАЖНЫЕ ЛЕНТЫ И «БЕЛОЕ ЗОЛОТО»

Интересные работы по возделыванию хлопка проведены в последние годы группой ученых под руководством почетного академика ВАСХНИЛ В. И. Эдельштейна. Впервые в истории хлопководства применен необычный способ посева семян хлопчатника — посев через так называемые всходозащитные ленты (точнее через отверстия в этих лентах), уложенные в ряды. Ленты — бумажные, шириной 15 см.

Укрытие лентами изменяет ми-

кроклимат почвы, особенно в зоне заделки семян. Ленты, помимо того, сокращают приток солевой воды из нижних горизонтов почвы, тем самым уменьшается опасность засоления пахотных слоев, этого врага хлопковых полей.

Повышенная влажность, более ровный и высокий температурный режим почвы позволяют получать всходы на один-два дня раньше, что очень важно; всходы развиваются более интенсивно, чем на незащищенных участках.

Однако основное назначение лент — защита полей от сорняков. Отсутствие сорняков в рядах и правильное размещение растений хлопка в результате посева семян через отверстия в ленте исключают прополку и прореживание плантаций. По предварительным данным, применение нового метода посева семян позволяет собрать с каждого гектара дополнительно по 10—11 ц хлопка-сырца.

А. А. Чернов
Москва



Щегловская засека

Заповедные места

ТУЛЬСКИЕ ЗАСЕКИ

Тулские засеки — это узкая, в 1—6 км полоса широколиственного леса, идущая от правобережья Оки в Белевском районе через Одоевский, Щекинский, Косогорский, Ленинский, Лаптевский районы, и далее к границам с Рязанской областью, через Веневский район. Общая площадь засек равна 74,3 тыс. га. Эти леса представляют собой остаток «засечной черты» Московского государства, в XV и XVI веках служившей оборонительной полосой против набегов степных кочевников.

В прошлом главной деревообразующей породой засек был дуб, но впоследствии, в результате безразборных вырубок и отсутствия ухода, видовой состав их изменился: быстрорастущие и менее требовательные осина и береза постепенно заглушили дуб, господствующей породой стала осина, особенно в восточной части засек. Сейчас основными ассоциациями являются дубово-липовые леса на более возвышенных местах, дубово-ясеневые с примесью клена, вяза и ильма на пологих и осиново-березовые леса — в

пониженных и более влажных местах. Ни сосна, ни ель в самих засечных лесах в естественном состоянии не встречаются. В подлеске больше всего орешника, крушины, калины, смородины, жимолости, малины, крыжовника.

Несмотря на то, что площадь под засечными лесами до Октябрьской революции сокращалась, их роль в наше время не только не уменьшилась, но даже возросла. Эти леса имеют мелиоративное и климатическое значение, так как, проходя в основном по водоразделам бассейна р. Упы, они, во-первых, значительно сдерживают и даже прекращают эрозионные процессы, во-вторых, оказывают умеряющее действие летом и зимой на приземные слои воздуха. В результате образуется микроклимат, в целом благоприятно влияющий на окружающую среду. Леса засек служат также мощной ветрозащитной преградой, регулируют осадки и водный режим рек и почвенного покрова. Назрела необходимость установить заповедный режим для лесных массивов Тульской области, извест-



Крапивенская засека

ных под названием «Тульских засек».

В свое время были предприняты шаги, чтобы сохранить этот богатый естественно-исторический комплекс, имеющий теперь не только научное и эстетическое, но и большое народнохозяйственное значение. Так, еще в 1935 г. на территории Одоевского и Крапивенского районов был образован лесной государственный заповедник «Тульские засеки» с общей площадью около 7 тыс. га. На заповедник возлагалась охрана лесных массивов ценных широколиственных пород — дуба, ясеня, клена, липы; разработка методов ускоренного восстановления широколиственных пород; восстановление и обогащение охотничье-промысловой фауны

средней полосы Европейской части СССР, и, наконец, изучение водного режима в северном варианте лесостепи и форм насаждений, отвечающих принципу водоохранности.

Несмотря на кратковременное существование заповедника, им была проделана в этом отношении большая работа. Ныне вновь поставлен вопрос об образовании заповедника «Тульские засеки». Для части лесных массивов и урочищ в полосе засечных лесов целесообразно установить режим заповедника, для другой же части можно установить режим заказника, с частичным использованием природных объектов в определенные сезоны.

И. П. Свергун

Горный институт (Тула)

351. 744. 6

ЛОСОСЕВЫЕ МАРШРУТЫ

Интересные изыскания, связанные с морским рыболовством, проведены сотрудниками биологической станции в Нанеймо (Канада, провинция Британская Колумбия). В заливе Аляска, в 1000 милях от побережья Америки, было выловлено, помечено и затем выпущено в море 20 тыс. лососей, 7% из них спустя некоторое время попались в сети. Проведенные исследования позволили определить маршруты движения в океане канадских лосо-

сей. Научная биологическая станция в Сен-Эндрью, прибегнув к помощи водолазов, составила карту размещения нерестилищ сельди.

Были произведены подсчеты, позволившие определить запасы нерестовавшей сельди, а также сельди, выловленной в данной местности рыбаками. Как показали эти подсчеты, в исследованном районе нерестовало около 185 млн. рыб (приблизительно 25 тыс. т), из них

около 4% рыбы было выловлено.

В Галифаксе в больших баках, в которые по трубопроводу постоянно подавалась свежая вода из бухты, было помещено несколько сот омаров. Велось исследование их линьки. Наблюдая за животными в этот период, было установлено, что омары во время линьки усиленно растут, быстро набирая вес.

«Canadian Fisherman», 1963, № 2,
p. 15—20 (Канада)

СВЕТОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ В АТМОСФЕРЕ

Ежегодно в мировой литературе появляются десятки описаний различных световых явлений в атмосфере. Когда среди тусклого неба или пелены тумана вдруг различается красивая, геометрически правильная оптическая картина, она невольно привлекает внимание и возбуждает познавательный интерес. Поэтому естественно желание наблюдателя поделиться своими впечатлениями. Редакция журнала систематически печатает обзоры писем и заметок, присылаемых любителями природы.

Весной 1961 г. в Таллине Ю. В. Кестлане наблюдал три любопытных случая гало, в каждом из которых была хорошо выраженная эллиптическая форма, а также большая симметрия всех элементов.

30 марта в 0 час. 15 мин. эллиптическое (описанное) гало вместе с малым кругом наблюдалось близ Луны при ее фазе 0,9 и высоте над горизонтом около 35° . Было хорошо заметно, что обе формы окрашены в цвета спектра, исключая более отдаленные от Луны части описанного гало. Яркость этой формы в средних частях всегда наименьшая и описанное гало обычно имеет вид верхней и нижней дуг, касательных к кругу в 22° . Картина, описанная Ю. В. Кестлане, и другие наблюдения, о которых мы расскажем, опровергают встречающиеся в литературе мнения, что лунные гало и радуги бесцветны. Напомним, что цветные оптические явления могут наблюдаться глазом только при достаточной яркости. Оказывается, света Луны иногда бывает достаточно для зрительного различения цвета гало или радуги.

Один очень редкий элемент гало был виден вместе с другими элементами 12 апреля в 16 час. Сперва появилась слабая дуга над Солнцем — часть круга в 22° , затем верхняя касательная дуга к малому кругу, около-зенитная дуга и верхняя часть круга в 46° . Одновременно с появлением значительной части описанного гало возросла яркость боковых ложных солнц, которые приобрели красноватую окраску. Во время их макси-

мальной яркости возникли четыре дуги Ловица. Дуги были окрашены в красноватый цвет, причем у нижних это было выражено яснее, особенно у левой дуги. В это время у левого ложного солнца образовался белый хвост длиной в $1,5 - 2^\circ$. Дуги Ловица были видны около 10 мин. Высота Солнца составляла 27° . Наибольшую яркость имели малый круг и его верхняя касательная дуга. Начиная с 16 час. 45 мин. элементы гало начали исчезать вследствие уплотнения перисто-слоистых облаков. Верхняя половина круга в 22° и часть круга в 46° сохранялись еще немногим более часа.

Редким явлением здесь были верхние дуги Ловица. Высота светила по сравнению с 30 марта изменилась. Соответственно изменилась и форма описанного гало.

В 12 час. 11 мая был замечен малый круг с верхней касательной дугой. Час спустя стали появляться полное описанное гало; бесцветные ложные солнца; боковые нижние касательные дуги к кругу в 46° и часть самого круга, которая вначале находилась только над Солнцем, но постепенно увеличиваясь, соединилась с касательными дугами; части горизонтального круга, доходившие до 70° в обе стороны от Солнца.

Круг в 22° и описанное гало были равны по яркости и окрашены в ясные спектральные цвета. Нижняя точка касания была ярче верхней. В дугах, касательных к кругу в 46° , выделялись мутно-красный и зеленый цвета. В почти неизменном виде гало оставалось до 14 час., а затем образовался полный

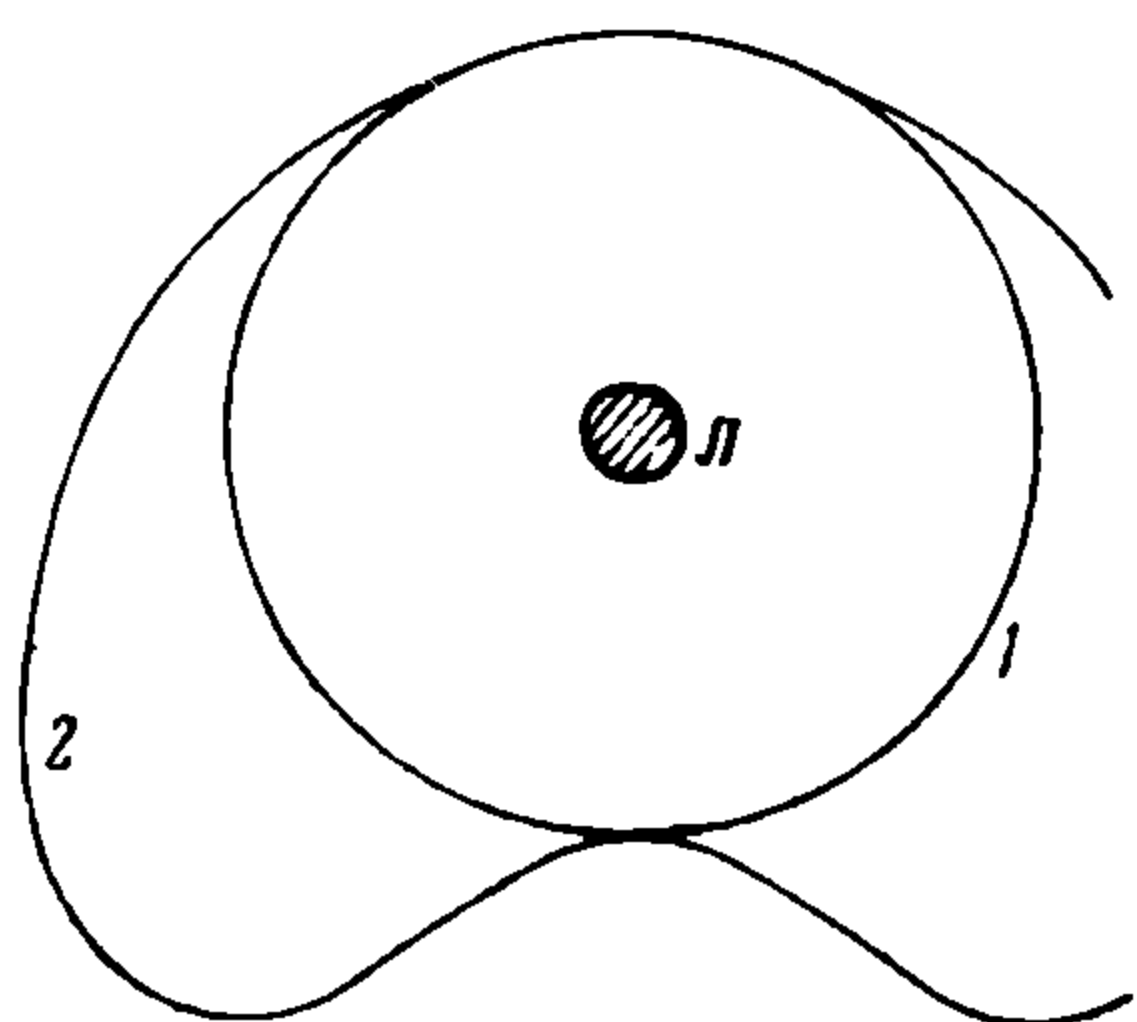


Рис. 1. Гало 30 марта 1961 г. в Таллине. 1 — малый круг в 22° , 2 — описанное гало, Л — Луна

горизонтальный круг. Из-за неоднородности перисто-слоистых облаков яркость горизонтального круга сильно колебалась. К 15 час. 40 мин. некоторые части гало исчезли. С уменьшением высоты Солнца у описанного гало возникли две выпуклости к горизонту, подобные тем, которые наблюдались 30 марта. Левая касательная дуга к большому кругу удлинилась вверх и почти соприкасалась с горизонтальным кругом. Расстояние предполагаемой точки касания от Солнца оказалось 80° , а длина самой дуги — 50° . В 16 час. небо закрыли низкие облака.

В. Ф. Прияткин (Владивосток) наблюдал 10 января 1963 г. редкое сочетание лунного гало и венца.

Агроном С. Е. Лебедев наблюдал в Комсомольске-на-Амуре с 14 час. до 15 час. 30 мин. 24 марта 1962 г. гало из таких элементов: малый круг в 22° , нижняя касательная дуга к нему, правое ложное солнце и дуга Ловица, боковая нижняя касательная дуга к кругу в 46° . Все дуги и круг были ярко ра-

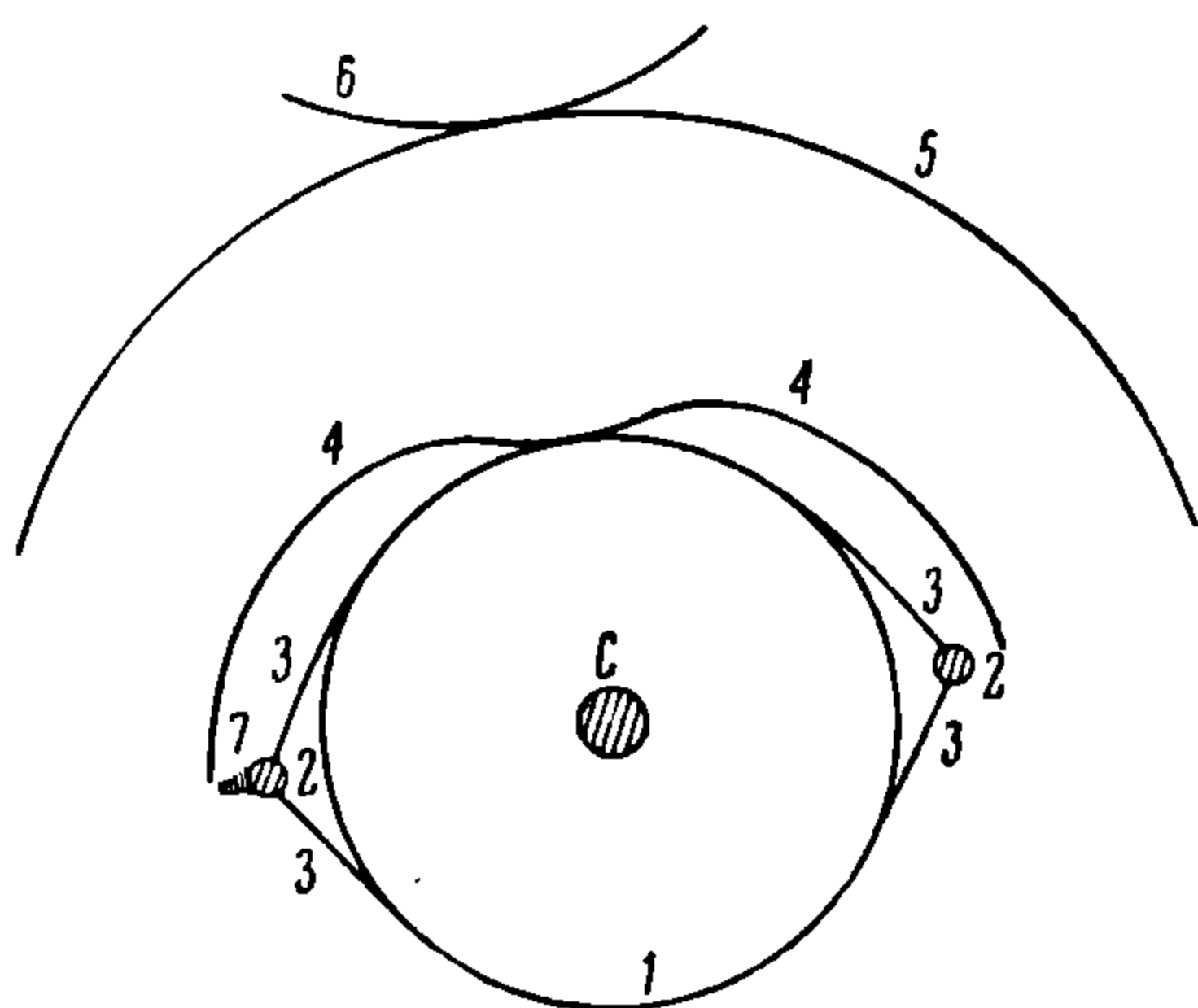


Рис. 2. Гало 12 апреля 1961 г. в Таллине. 1 — малый круг, 2 — ложные солнца, 3 — дуги Ловица, 4 — описанное гало, 5 — большой круг, 6 — околоразенитная дуга, 7 — хвост ложного солнца, С — Солнце

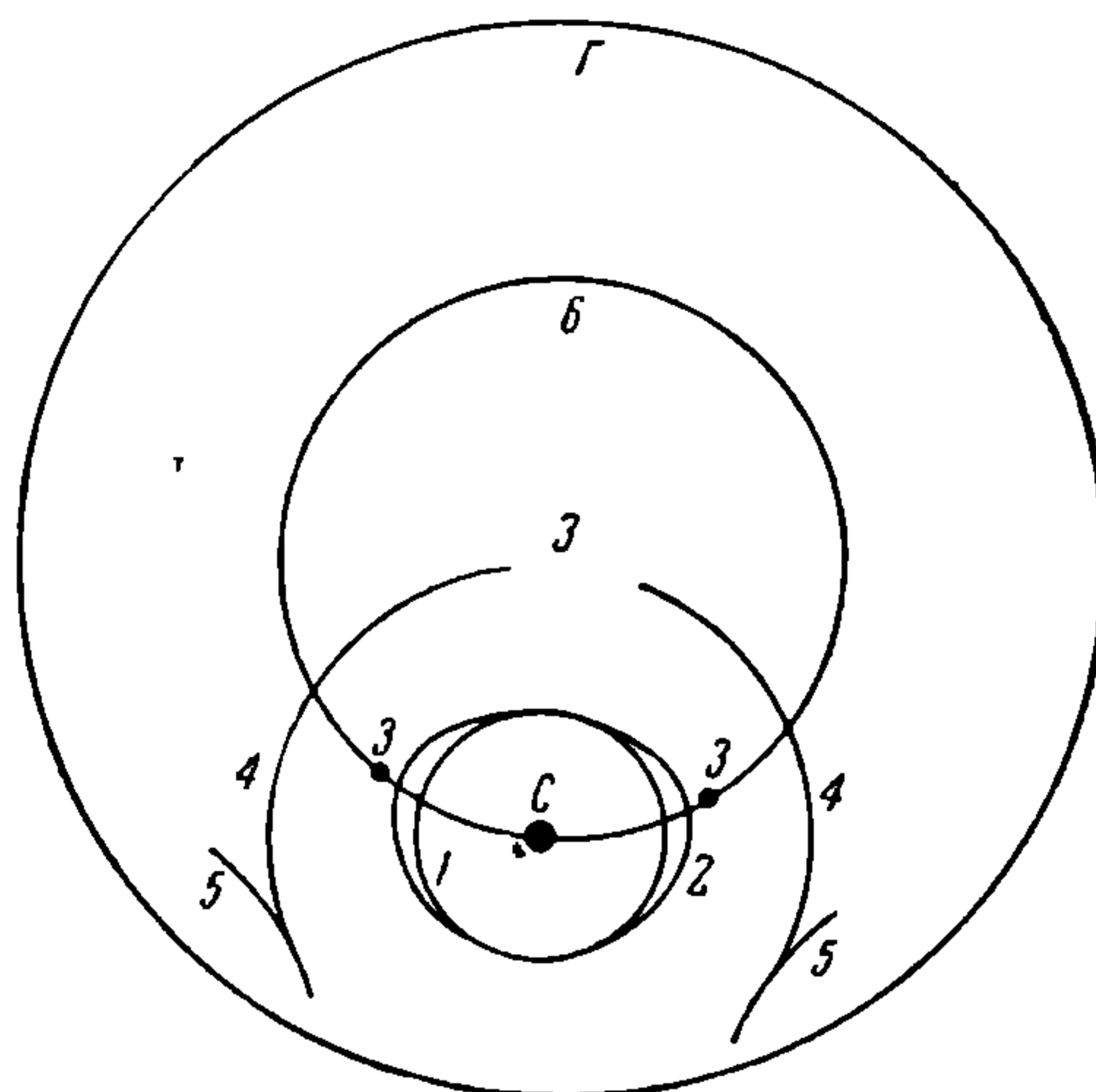
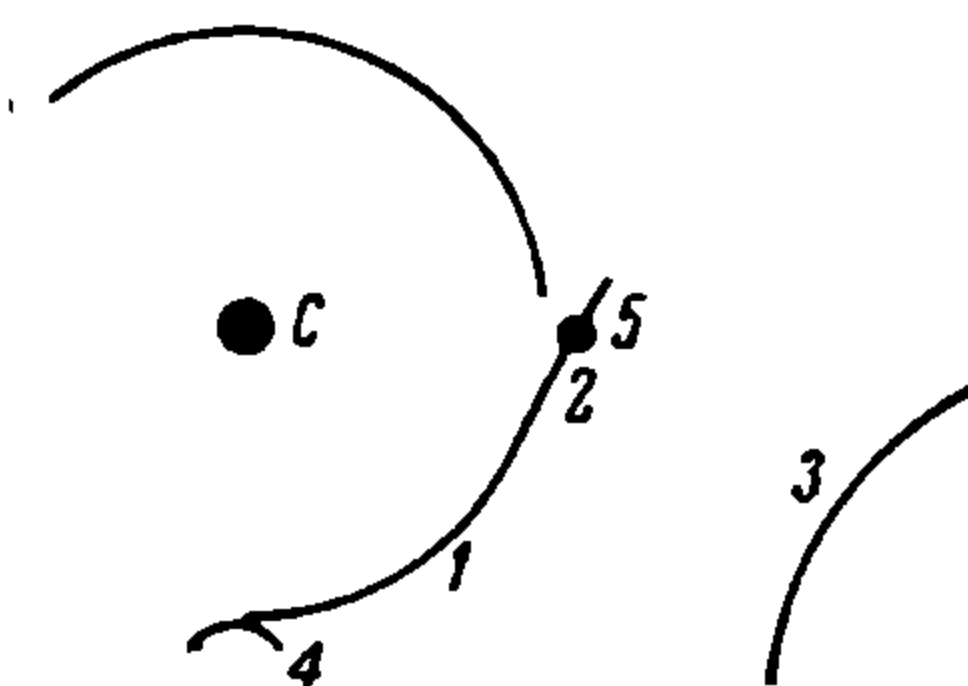


Рис. 3. Гало 11 мая 1961 г. в Таллине. 1 — малый круг, 2 — описанное гало, 3 — ложные солнца, 4 — большой круг, 5 — нижние боковые касательные дуги к большому кругу, 6 — горизонтальный круг, С — Солнце, Г — горизонт, З — зенит

дужными. Дуги, обращенные выпуклостью к Солнцу, имели расположение цветов, обратное малому кругу.

Наиболее часто встречающиеся формы гало вызываются отражением и преломлением света в шестигранных ледяных призмах — это обычная форма кристаллов, образующих облака. Усложнение этих призм пирамидальными и пластинчатыми видами кристаллов, выростание призматических кристаллов симметричными группами и другие изменения формы приводят к большому разнообразию воздействия ледяного облака на световые лучи. Наблюдения гало показывают большую частоту определенных сложных форм. Это объясняется не только сравнительно небольшим числом форм кристалликов льда, но и однородностью состава облака, которое включает преимущественно только один вид кристалликов.

Рис. 4. Гало 24 марта 1962 г. в Комсомольске-на-Амуре. 1 — малый круг, 2 — дуга Ловица, 3 — нижняя касательная боковая дуга к большому кругу, 4 — нижняя касательная дуга к малому кругу, 5 — ложное солнце, С — Солнце



Время от времени появляются сообщения о раздвоении изображения рассматриваемого предмета. Так, раздвоенный диск Солнца был описан известным полярным исследователем Г. А. Ушаковым.¹ Это был мираж: аномальная рефракция вытянула изображение светила по вертикали, сделала из него восьмерку, а затем преобразила ее в два диска, расположенные один над другим. Подобное явление, особенно в Арктике, легко объяснимо. Но встречается оно и в других широтах. 2 сентября 1943 г. в Сан Хуане (Пуэрто-Рико) воздушный шар-пилот, используемый для наблюдения над высотным ветром, трижды казался раздвоенным, когда он проходил тропопаузу на высоте 18—20 км.

Нарушение на тропопаузе закономерного убывания плотности воздуха с высотой оказалось достаточным для создания аномальной рефракции.

В Праге 7 ноября 1960 г. И. Садил² наблюдал в течение 1 мин. раздвоенное изображение Меркурия, проходившего по диску Солнца. Одно изображение налагалось на другое. Во время частного солнечного затмения 29 июня 1927 г. В. М. Чернов видел в телескоп двойное изображение солнечного серпа. Им были собраны неопубликованные сведения о двойном Солнце, причем оказалось, что явление это не такое уж редкое. Приведем сообщения о наблюдениях, которые проводились В. М. Черновым в Запорожье и под Москвой. Время указано декретное.

Около 8 час. 31 января 1936 г. над закрытым облаками Солнцем был виден яркий столб-гало со слабым красноватым вторым солнцем на 2° выше настоящего. Через 12 мин. после восхода 28 февраля 1937 г. под Солнцем виднелся серповидный край второго солнца. Одно время оно казалось столбом, а затем отделилось от истинного. Небо было покрыто облаками.

Близ Москвы второе солнце наблюдалось на несколько градусов выше Солнца вскоре после восхода 3 июля 1937 г. Перед заходом

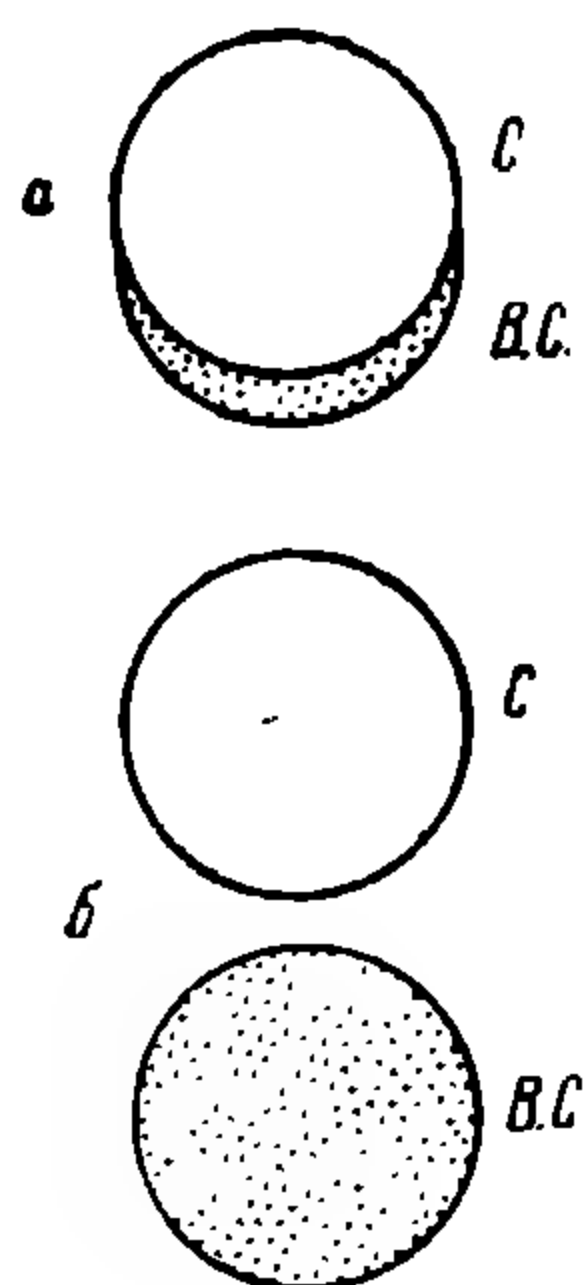


Рис. 5. Колебания расстояния второго солнца (BC) от истинного (C) утром 28 февраля 1937 г. в Запорожье; а — первое положение, б — второе положение истинного и второго солнца

Солнца 17 марта 1958 г. виднелся столб-гало и в нем второе солнце. Расстояние между краями дисков было около $1/4^\circ$. В 1960 г. второе солнце наблюдалось трижды: 26 мая около 20 час., 4 июня через 14 мин. после захода Солнца и 5 июня на высоте 5° над местом захода Солнца.

Особенно интересен случай 20 января 1961 г. Над заходящим Солнцем по временам был виден яркий красноватый столб-гало. Потом Солнце закрылось облаком. Над местом исчезновения светила появилось его тусклое и красное изображение. Вскоре оно стало настолько ярким, что походило на настоящее Солнце. Однако в разрыве между облаками, приблизительно на $1/4^\circ$ ниже второго

солнца появился небольшой кусочек настоящего Солнца. Так продолжалось минуты две. Постепенно ослабевая, второе солнце исчезло, но остался слабый столб-гало. Подобный случай наблюдался и 22 декабря 1961 г.

В. М. Чернов приводит данные еще трех наблюдателей. А. П. Моисеев летом 1928 г. видел под Москвой двойной восход Солнца: сперва возшло мутное солнце и, медленно поднимаясь, скрылось в тучах, лежащих выше просвета у горизонта. Как только его край скрылся в облаке, из-за горизонта начал подниматься совершенно чистый и резкий край истинного Солнца.

В Нерехте (Костромская обл.) Л. А. Невский наблюдал в 8 час. 3 марта 1960 г. второе солнце над истинным, оба были завуалированы перисто-кучевой облачностью и казались одинаково яркими. Явление продолжалось 20 мин. Автор сообщает, что он и раньше неоднократно наблюдал второе солнце над и под истинным.

Е. А. Соколова в той же Нерехте дважды в 1961 г. наблюдала второе солнце. Вечером 6 мая над истинным Солнцем находилось второе, очень яркое и по размерам совершенно такое же, как первое. Выше располагалась часть 22° круга-гало. Через день, тоже вечером, в подобной обстановке это явление повторилось, но было менее ярким.

По этим сообщениям можно сделать несколько выводов. Наблюдается миражное

¹ См. Г. А. Ушаков. По нехожей Земле, Изд-во «Молодая Гвардия», 1953.

² См. «Říše hvězd», 1961, № 3.

солнце; оно менее яркое, чем истинное; диаметры обоих дисков совпадают; расстояние между центрами дисков колеблется от нескольких минут до 5° ; контур второго солнца отчетлив; расположены диски по вертикали друг над другом; при появлении второго солнца обычно присутствуют перистые или перисто-слоистые облака, наблюдается столб-гало.

Если учесть, что перистые облака часто связаны с мощной инверсией температуры, то все перечисленные свойства второго солнца вполне объясняются аномальной рефракцией, т. е. миражом. К этому заключению приводят и другие наблюдения, особенно высокогорные.

Многократный восход Солнца в Альпах описал в 1869 г. А. Бальцер¹, там же в октябре 1891 г. Ж. Амслер-Лафон² видел трехкратный восход Солнца. В августе 1929 г. А. Д. Заморский наблюдал двойной восход Солнца на Ай-Петри, а в августе 1932 г. — тройной восход на вершине Бештау (Пятигорск). На горизонте сперва появился контур красновато-бледного круга, поднимающегося из-под горизонта. Не успело это пятно отделиться от земли, как верх его начал постепенно исчезать. Через несколько минут намного выше горизонта обозначается верх нового солнца. Но и оно недолговечно: снова тает это розоватое пятно, растворяясь в нарастающем блеске дня. Еще несколько секунд — и над растаявшим кругом показывается, наконец, ослепительное желтое Солнце.

Описывались и более сложные случаи. В Атлантическом океане на широте 36° спустя минуту после захода Солнца 18 июля 1951 г. яркие диски второго солнца взлетали в воздух пять раз с пятисекундными интервалами. Серп Луны был виден расщепленным на несколько изображений. Подобные случаи можно объяснить волновыми колебаниями поверхности раздела между горизонтальными слоями воздуха разной плотности.

Согласно теории красочная многоцветная радуга может наблюдаться только на крупных каплях дождя. Мелкие же капли тумана должны давать только белую блестящую дугу. Наблюдения полностью подтверждают теорию. А. М. Кропачев наблюдал

¹ См. «Jahrbuch des Schweizer Alpen-Club», 1868—1869, Bd. 5.

² См. «Vierteljahresschrift. Natur. Ges. Zurich. 1895 г., Bd. 40.

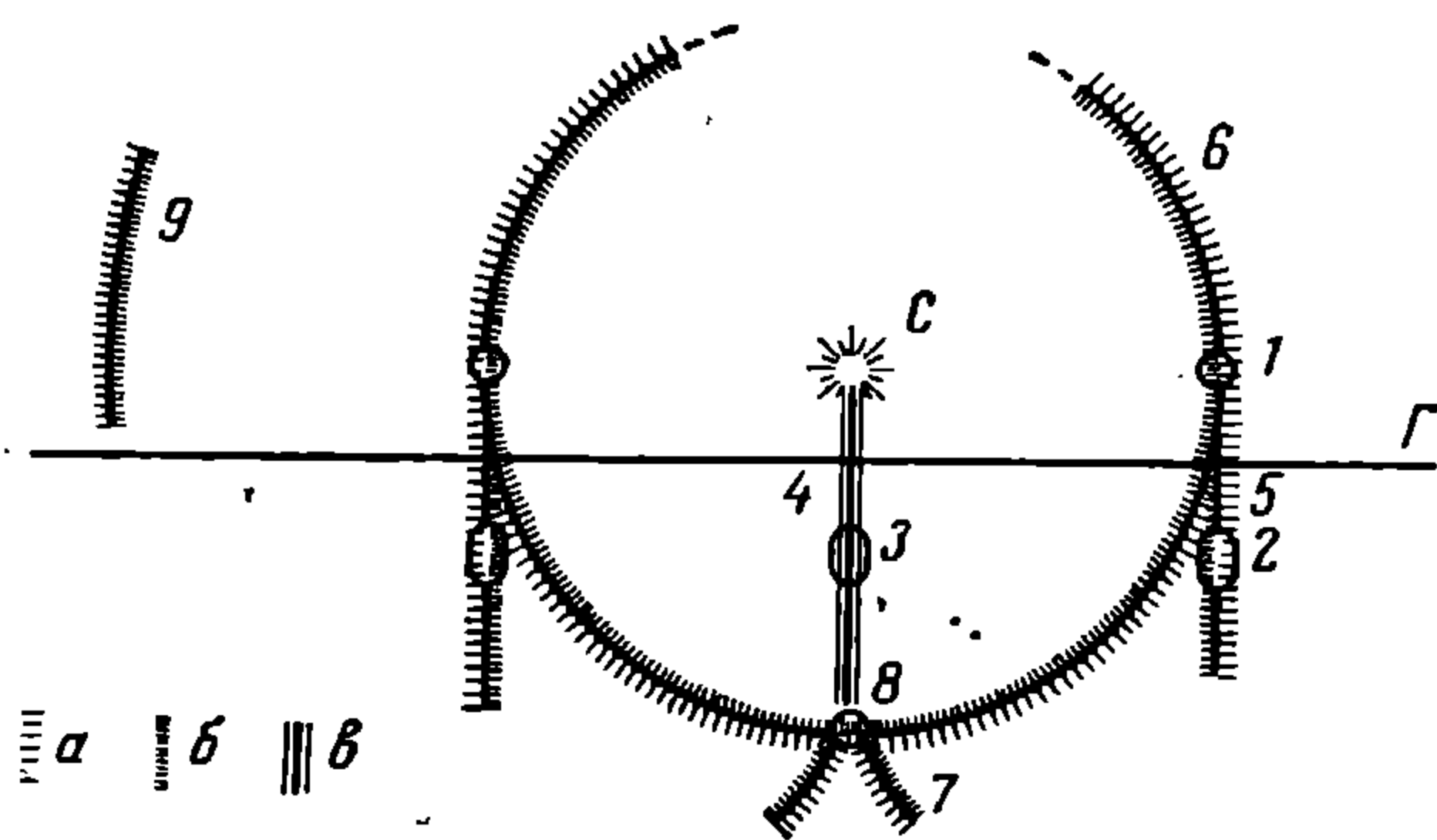


Рис. 6. Гало 30 апреля 1963 г., видимое с самолета. С — Солнце, Г — горизонт, 1 — ложное солнце, 2 — отраженное ложное солнце, 3 — отраженное Солнце, 4 — нижний столб, 5 — столб от ложного солнца, 6 — круг в 22° , 7 — нижняя касательная дуга, 8 — нижнее ложное солнце, 9 — часть круга в 46° , а — голубая сторона элемента гало, б — красная сторона, в — белое гало

8 сентября 1962 г. в долине р. Сылвы (Западный Урал) молочно-белый полукруг в слабом тумане. Такую же белую дугу видел К. Опп в Кингисеппе 26 сентября 1961 г. в морском тумане. Там же Ю. В. Кестлане отметил бесцветную дугу в густом тумане 19 августа 1959 г. ночью при высоте Луны около 20° . Цветную лунную радугу видел 27 июля 1961 г. А. С. Кефели в Змеиногорском районе (Алтайский край). По виду она напоминала солнечную радугу, но по яркости была значительно слабее. Эта радуга возникла на крупных каплях дождя.

Приведем один любопытный случай наблюдения с самолета 30 апреля 1963 г. различных световых явлений (рис. 6).

Самолет шел рейсом Ереван — Ленинград на высоте 7000 м. Пролетая над водяными облаками, можно было наблюдать нижнее солнце. Оно имело вид растянутого по вертикали диска, который расположен настолько ниже горизонта, насколько само Солнце находится над горизонтом. Это светлое неокрашенное пятно четко вырисовывалось на фоне слоисто-кучевого облака, когда не было никаких признаков других облаков. Оно возникало также и на явно водяных высококучевых облаках. Перисто-слоистые облака, состоящие из ледяных кристаллов, вуалировали нижнее солнце вплоть до его полного исчезновения.

Просвечивающее перисто-слоистое облако, сквозь которое хорошо различаются внизу слоисто-кучевые облака, а наверху голубое небо, вызывает гало одновременно с

незначительным вуалированием отраженного солнца. При этом ложные солнца дают свои отражения от поверхности капель нижнего облачного слоя. Эти отражения цветные, как и порождающие их ложные солнца. Блеск этих отражений зависит от степени прозрачности ледяного облака. Когда усиливаются ложные солнца и перистое облако уплотняется настолько, что лежащее под ним водяное облако плохо различается, то блеск отраженных ложных солнц гаснет.

Особенно интересны те элементы гало, которые наблюдаются ниже горизонта, так как их можно зафиксировать только с самолета. Во время прохождения сквозь облако ледяных кристаллов бывает видна и обычная часть гало, находящаяся над горизонтом. В результате это световое явление видно одновременно на фоне неба и земли. Совокупность различных элементов, наблюдавшихся 30 апреля, показана на рисунке. Были видны оба ложных солнца, а также круг в 22° . Истинное и ложные солнца давали столбы вниз, которые несравненно более редки, чем верхние столбы. В результате ниже ложных солнц образовывались цветные углы из части круга и идущего вниз красно-синего столба. Отражения в водяных облаках зеркально повторяли эту картину ниже горизонта. Временами внизу круга

551.593.63

ярко выделялось нижнее ложное солнце. Иногда можно было различить идущие от него вниз светлые дуги. Вначале, когда высота Солнца еще была близка к 10° , они опускались почти вертикально, а затем при понижении Солнца к 5° дуги разошлись, что согласуется с теорией явления. Короткое время чуть светила часть круга в 46° .

Особенно любопытно было наблюдать одновременное действие всех трех облачных слоев, которое вызывало три явления: столб гало под Солнцем и два отражения Солнца на этом столбе. Расстояние между отраженными солнцами было около 1° . Разделение этих изображений можно объяснить рефракцией солнечного луча на пути между двумя слоями капельно-жидких облаков. Верхнее изображение Солнца вызывалось отражением от капель слоистокучевого облака, а нижнее — от капель высококучевого облака. Столб гало вызывался перисто-слоистым облаком. Подобная картина повторялась трижды, продолжаясь каждый раз 1—2 мин.

Можно надеяться, что массовые наблюдения над гало с самолета позволят заметить еще много других явлений, невидимых с земли.

Профессор А. Д. Заморский
Нальчик

КОРОТКО О КНИГАХ

Бернгард Гржимек
И НОСОРОГИ ПРИНАДЛЕЖАТ
ВСЕМ

Борьба за животный мир
Африки

ФРГ, 1962, 208 стр.

В этой увлекательной, хорошо иллюстрированной книге, изданной на немецком языке, известный путешественник и знаток животных, директор Франкфуртского зоопарка, профессор Б. Гржимек, автор известной книги и фильма «Серенгети не должна умереть», рассказывает о своих наблюдениях за живот-

ными Африки. Многочисленные и разнообразные поездки автора дали ему прекрасный материал для этой книги. Наблюдая за жизнью животных, он пришел к окончательному убеждению, что только незамедлительное вмешательство человека может спасти редчайших животных Африки от полного вымирания и истребления. Необходимо создать несколько заповедников и заказников, в которых такие вымирающие животные, как окапи, носороги, бегемоты, страусы эму и жирафы, смогут спокойно существовать и выводить свое потомство. Иначе мы скоро станем

свидетелями их окончательного исчезновения с лица земли, и как пишет автор книги, мы их никогда не увидим больше, даже и на других планетах. Незабываемые зрелища снял талантливый фотограф. Здесь и нападение вожака семьи львов на чучело зебры, и неподражаемое выражение разочарования, написанное на его морде после этого; нападение разъяренного слона на машину, которую он хоботом переворачивает, как игрушку.

Научно-познавательная ценность книги очень высока и рассчитана она на широкий круг читателей.

Защита природы

НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ ДИКИХ КОПЫТНЫХ

Еще недавно часто можно было услышать, что судьба диких копытных предreshена, что олени и серны, антилопы и горные бараны либо исчезнут, как исчезли дикая лошадь-тарпан и степной бык, либо сохранятся только в заповедниках и зоопарках, как зубр.

Однако история восстановления поголовья сайгака и лося в нашей стране и увеличение в 2—3 раза численности диких копытных в странах Западной Европы за последние 50 лет изменили взгляд на судьбу этих животных. Стало очевидно, что дикие копытные наравне с другими природными ресурсами могут быть не только сохранены, но и умножены, если оберегать их биологическую способность к воспроизводству.

Первый опыт обобщить данные о численности диких копытных в нашей стране тре-

бует сейчас уточнения¹. Численность различных видов диких копытных в СССР и добыча их приведены в табл. 1.

Как видно из таблицы, в Советском Союзе, по современным данным учетов, насчитывается 6—7 млн. голов диких копытных, относящихся к 22 видам. Из них 7 (кабан, кабарга, косуля, лось, северный олень, сайгак, сибирский козел) достигли численности свыше 500 тыс. голов каждый. Еще 7 видов имеют численность в несколько десятков тысяч голов (благородный олень, джейран, серна, два вида туров, горный и снежный баран). Численность остальных 8 видов (кулан, пятнистый олень, лань, зубр, дзэрен,

¹ См. А. Г. Банников. Дикие копытные и перспективы их хозяйственного использования. «Охота и охотничье хозяйство», 1962, № 9.

Таблица 1

Численность диких копытных в Советском Союзе
и число добываемых голов (в тысячах)

Виды	Численность	Добыча
Сайгак	2500—3000	350—400
Косуля	1000—1200	60—65
Лось	700—800	35—40
Северный олень	450—600	10—15
Сибирский горный козел	400—550	20—25
Кабарга	350—500	6—8
Джейран	90—100	—
Горный баран	60—70	2—3
Снежный баран	30—40	ок. 1
Благородный олень	25—30	1,3—1,5
Туры	25—30	ок. 1
Серна	20—25	ок. 1
Бородатый козел	7—8	—
Пятнистый олень	1,5—2,5 (20) ¹	(0,1)
Винторогий козел	ок. 1	—
Лань	0,3	—
Зубр	0,1	—
Дзэрен	единицы	—
Кулан	0,6	—
Горал	0,3—0,4	—

¹ В хозяйствах, считая полудомашних.

горал, бородатый и винторогий козлы) — от десятков и сотен голов до нескольких тысяч.

За последние два десятилетия, из первой группы копытных — «многочисленных» — резко возросло поголовье трех видов. Так, численность сайгака увеличилась примерно в 4,5 раза, лось — в 3,5, кабана и косули в 3 раза и, видимо, почти в 2 раза возросла численность кабарги. Увеличилось также число туров, серн и на большей части ареала — благородного оленя. Однако абсолютное количество последних видов еще крайне незначительно.

Теперь охота на копытных уже вышла за рамки спортивной. Дикие копытные дают стране около 20 тыс. т товарного мяса в год, много кожи и лекарственного сырья. Эта продукция может быть оценена по меньшей мере в 50 млн. руб. в год.

Из 13 видов диких копытных, промысел и охота на которых разрешены в той или иной форме, кабан, лось, сайгак и косуля стали вновь массовыми промысловыми видами и дают более 95 % получаемой продукции.

Все увеличивающийся промысел на лось и сайгака требует сейчас рационализации, а в некоторых случаях и коренной перестройки. Так, у нас нет еще карт распределения этого зверя по разным типам леса,

плотности его населения в различных угодьях, а они сейчас совершенно необходимы как научная основа для установления норм добычи этого зверя, учитывая вред, наносимый им лесному хозяйству. Очевидно, перспективный план допустимой численности лосей и формы его эксплуатации должны быть согласованы с планом эксплуатации и восстановления лесов в нашей стране. Уже сейчас представляется возможность увеличить добычу лосей примерно в два раза, но районы промысла надо конкретизировать и к использованию угодий подходить дифференцированно. Существующая сейчас так называемая спортивная коллективная охота — мало удачная форма промыслового использования лосей. В основных промысловых районах целесообразно организовать промхозы, ибо только они могут широко использовать современную технику и дать стране дополнительно много тысяч тонн мяса.

В связи с рационализацией промысла сайгаков очень остро встает вопрос об использовании современной техники. Смелее нужно внедрять новые способы добычи животных: здесь и стрельба ампулами с усыпляющими наркотиками, и доставка «живых трупов» на бойни, и применение газов, а также транспортной авиации, холодильных установок и т. д. Без этого промысел, который необходимо проводить в сжатые сроки, немислим, и заготовители вынуждены растягивать сроки его на период гона и беременности, что совершенно недопустимо. Прошлогодний опыт проведения в Казахстане промысла без должной организации показал, что это влечет за собой бессмысленную потерю десятков тысяч убитых животных.

Пора приступить к разумному разведению диких животных там, где оно не вступает в противоречие с хозяйственной деятельностью человека. Так, огромные просторы тайги, тундры, пустыни, гор и других угодий не используются под сельскохозяйственные культуры и пастбища и не будут использованы в ближайшие десятилетия. Напомним, что в Сибири только 5 % составляют поля и пастбища, а вся остальная гигантская территория непригодна для распашки и животноводства. Однако сибирские леса — это не только древесина, но и хорошие охотничьи угодья, где лось, кабарга, олени и другие дикие копытные могут свободно достичь высокой численности и давать много мяса и кожи. Например, неболь-



Лосиха достает из-под снега воду

Фото И. Сироткина



Пятнистые олени в Уссурийском крае

Фото Н. Немцова



Куланы у берега Аральского моря

Фото В. Рашка



Стадо западнокавказских туров

Фото В. Котова

ное лосиное хозяйство при Печоро-Илычском заповеднике в 1960 г. дало товарного мяса больше, чем животноводство всего Троицко-Печорского района.

На бедных зимних пастбищах арктических тундр островов, северного Таймыра и ряда других районов домашнее оленеводство совершенно нерентабельно. Но на этих же пастбищах прекрасно существуют дикие северные олени, и если здесь организовать охотничье хозяйство, можно будет добывать десятки тысяч диких оленей, дающих ценную продукцию.

В ряде пустынных и полупустынных районов с бедными солончаковыми и каменистыми почвами при отсутствии воды животноводство, а тем более выращивание сельскохозяйственных культур невозможно. Далеко не все пустыни и при обводнении становятся плодородными. Однако именно здесь пасутся огромные стада сайгаков и многочисленные табунки джейранов, кормящихся малосъедобными, а часто и ядовитыми для домашнего скота растениями. Широкие миграции, выносливость, способность большую часть года обходиться без воды, высокая

плодовитость и скороспелость пустынных диких копытных делают возможным и даже благоприятным существование их на этих «бесплодных землях».

Интересные экологические исследования последних лет, проведенные в саваннах и полупустынях Восточной и Центральной Африки (Ф. Бурльер, 1962; Бурльер и Ламот, 1962; Ю. Гёксли, 1961)¹ показали, что дикие копытные на бедных естественных пастбищах образуют такую же биомассу, какую дают домашние животные на хороших искусственных пастбищах (табл. 2). Это объясняется тем, что дикие копытные используют полнее и больше видов растений (их листья, стебли, кору, корневища, нежные побеги и колючие кустарники), чем домашние животные. Поэтому в саваннах с их бедными

¹ F. Bourlière. Les populations d'Ongulés sauvages africains: caractéristiques écologiques et implications économiques. «La Terre et la Vie», v. 109, 1962, № 2; F. Bourlière, M. Lamotte. «Les concepts fondamentaux de la Synécologie quantitative». «La Terre et la Vie», v. 109, 1962, № 4; I. Huxley. The conservation of wild life and natural habitats in Central and East Africa. UNESCO, Paris, 1961.

Таблица 2

Биомасса диких копытных (в тоннах на 1 км²)

Африка		Советский Союз	
Полупустыни Сахары	0,05—0,2	Пустыни	0,003—0,2
Леса Ганы	0,04—0,07	Полупустыни	0,01—0,3
Лесистые саванны Ю. Родезии	4,4	Тайга	0,04—0,5
Открытые саванны Танганьики	4,7	Тундры	0,02—0,9
Мозаичные лесо-саванны Кении	13,2	Высокогорье	0,3—1,2
Лесо-саванны З. Уганды	18,8	Лесистые горы	0,06—1,3
Саванны на границе лесов С. Киву	23,5	Смешанные леса	0,09—3,1

почвами организация охотничьего хозяйства рентабельнее, чем животноводство.

Если сравнить данные Африки с данными по Советскому Союзу, то видно, что биомасса, которую образуют дикие копытные в нашей стране, не так уж мала. Если же учесть возможное увеличение плотности населения большинства видов в 3—5 раз, то станет очевидным, что и в ряде районов СССР естественные пастбища, непригодные или мало пригодные для домашнего скота, могут обеспечить существование больших стад копытных, т. е. дать значительную и продуктивную биомассу.

В нашей стране, богатой разнообразными природными условиями, есть много угодий, где домашний скот может обитать совместно с дикими копытными. Это возможно потому,

что набор кормов диких и домашних животных, а также характер использования ими пастбищ совершенно различны. Одна из современных задач экологов и состоит в том, чтобы изучить конкурентные взаимоотношения домашних и диких копытных и «подобрать» для каждого типа культурных угодий «подходящего дикаря».

Наконец, в культурных ландшафтах, весьма полно используемых под поля и пастбища, почти всегда остаются значительные площади «неудобных» земель в виде оврагов, лесных посадок и т. д. Особенно много таких земель в лесостепи и пересеченной местности. Опыт ряда стран Европы показал, что эти «отходы» сельскохозяйственных угодий с большим успехом используются не только куропатками и зайцами, но такими видами



Сайгаки на водопое

Фото В. Рашека



Сайгак-самец
Фото Н. Немнонова

диких копытных, как косуля, отчасти благородный олень — объекты спортивной и промысловой охоты (Д. Мюллер-Узинг, 1960, и др.). В этом отношении у нас еще почти ничего не сделано.

Говоря о группе диких копытных, которые на значительных участках своих ареалов не вступают в противоречие с хозяйственной деятельностью человека и могут быть объектами промысла или массовой спортивной охоты, необходимо подчеркнуть неблагоприятное, а в ряде мест и катастрофическое положение с численностью этих ви-

дов. Так обстоит дело в ряде районов с численностью благородного оленя, горных козлов и баранов и особенно джейрана. Совершенно необходимы решительные меры по охране джейрана, которого в Закавказье осталось всего 130 голов! (Сафаров, 1961). Джейранов в Казахстане и Средней Азии, несмотря на существующий формальный запрет охоты, становится все меньше и меньше. Крайне неблагоприятно обстоит дело с бухарской формой благородного оленя в результате браконьерства и бессмысленного уничтожения кустарников (тугаев). Вместе с тем, действенность охранных мер и огромный экономический эффект (если они проводятся в жизнь) можно проследить на примере сайгака или кулана, численность последнего за истекшие 20 лет благодаря организации Бадхызского заповедника возросла в 3—4 раза¹.

Возвращаясь к современному состоянию поголовья диких копытных и пытаясь оценить возможный уровень их численности, исходя из емкости угодий и допустимых плотностей их населения, необходимо отметить следующее.

Численность сайгака на большей части ареала достигла своего предела, и вряд ли можно говорить о дальнейшем заметном возрастании его поголовья. Теперь уже необходима разумная эксплуатация этого вида, построенная на научной основе и обеспечивающая его воспроизводство.

¹ См. «Природа», 1962, № 9, стр. 93—100.



Кабан

Фото А. Баттикова



Олени на острове Бирючем

Численность лося может быть увеличена, по самым скромным подсчетам, в 3—3,5 раза. В самом деле, средняя плотность населения лося в пересчете на все пригодные для его обитания угодья в нашей стране, — около 0,8 головы на 1000 га; желательная же плотность не менее 3 голов на эту площадь. Следовательно, мы вправе считать возможным довести численность лося в нашей стране до 3 млн. голов. Подтверждает сказанное и сравнение численности лося в СССР с численностью его в других странах. Например, в Швеции численность лося приближается к 300 тыс. голов на площади около 40 млн. га; в Советском Союзе площадь соответствующих угодий занимает примерно 1000 млн. га, на которой обитает всего около 1 млн. голов.

Оценивая емкость угодий, можно утверждать, что численность кабана должна быть увеличена почти повсеместно в 2—3 раза; поголовье всех горных козлов можно увеличить в 5—10 раз. Но численность горного барана (как горных, так и подгорных форм вида) вряд ли более чем в 2—3 раза, ибо они конкурируют на лучших пастбищах с домашними животными.

Очевидна возможность увеличения в 6—7 раз численности косули, а в большинстве районов в десятки раз — благородного оленя¹. Угодья, пригодные для обитания косули, занимают в нашей стране по меньшей мере 250 млн. га, а для благородного оленя — 150 млн. га. При допустимой средней

плотности населения косули 30 и оленя 10 голов на 1000 га, численность косули можно довести до 7,5 млн., а оленя до 1,5 млн. голов. Эти расчеты также подтверждаются опытом других стран.

В наших пустынях почти повсеместно можно увеличить численность джейрана в десятки раз.

Допустимо увеличить численность и дикого северного оленя, но не до нескольких миллионов голов, как это было в прошлом, потому что с развитием домашнего оленеводства дикая форма рентабельна далеко не во всех угодьях. Можно увеличить поголовье снежного барана, горала и пятнистого оленя (но не в местах акклиматизации его).

К сожалению, заметное увеличение численности дзэрена бесперспективно, поскольку он обитает в степях, где развивается животноводство. О зубре и кулане пока можно говорить лишь как об уникальных памятниках природы. Лань, как чуждый для нас вид, конкурирующий с аборигенными формами, вряд ли заслуживает расселения.

Исходя из сказанного, ясно, что, по самым скромным подсчетам, наши угодья допускают существование такого числа диких копытных, которое может ежегодно давать народному хозяйству не менее 200 тыс. т товарного мяса и соответствующее количество кожи и другого сырья.

Поголовье многих видов копытных в нашей стране растет и может возрасти еще больше. Однако для этого необходима их охрана и разработка научных основ правильной эксплуатации этого богатства нашей Родины.

Профессор А. Г. Банников
Москва

¹ Олень в ряде заповедников и заповедно-охотничьих хозяйствах (Воронежский, Крымский, о-в Бирючий, Беловежская пуца и др.) образовал уже недопустимо высокие плотности поселения, и необходима регуляция его численности.

ИСЧЕЗЛА ЛИ СТЕЛЛЕРОВА КОРОВА?

Сообщение о встрече стеллеровой коровы, истребленной около 200 лет тому назад, может показаться невероятным. Однако от приведенных в статье наблюдений нельзя просто отмахнуться, к тому же они относятся к району, очень слабо изученному. Публикуемая статья, несомненно, не только заинтересует читателя, но и послужит стимулом к тщательным поискам новых фактов.

В июле 1962 г., во время экспедиционных работ по изучению китообразных, поисковый китобоец «Буран» находился в районе мыса Наварин. Ранним утром в непосредственной близости от берега несколько наблюдателей на расстоянии 80—100 м от судна заметили группу очень крупных животных необычного вида (примерно шесть особей). На следующий день, когда судно снова вернулось в этот район, было обнаружено еще одно такое же животное.

Район встречи представляет собой мелководье с небольшой лагуной, куда впадает речка. В лагуне большие заросли морской капусты и других водорослей. В зимний период, за исключением небольшого припая, район не покрывается льдом.

По единогласному мнению наблюдателей, многие из которых долгие годы работают на китобойном и зверобойном промыслах Дальнего Востока, встреченные животные не напоминали ни одно из известных китообразных и ластоногих.

Приводим беглые описания внешнего вида и поведения животных: кожа темная, голова относительно небольшая с резким переходом к туловищу, верхняя губа как бы раздвоена и нависает над нижней (возможно, однако, что такое впечатление создавали густые вибриссы); хвост животного вызвал удивление у наблюдателей размочаленной бахромой, окаймлявшей его. Животные плыли медленно, периодически ненадолго ныряя и снова довольно высоко высовываясь из воды. Группа представляла плотный косяк, вероятно, разновозрастных животных (размером от 6 до 8 м), плывущих в одном направлении от берега.

Среди современных морских млекопитающих северной части Тихого океана животные с указанными признаками до сих пор не зарегистрированы. Размеры их говорят о том, что это не тюлени и не моржи, длина которых не превышает 4 м. Кроме того, хвост животного имеет совершенно особую форму. Резкий переход от головы к туловищу, раздвоенная губа, а также медлительность полностью отвергают возможность спутать их с крупными дельфинами и китами. Трудно предположить также, что это были дюгоны *Dugong australe*, типичные обитатели тропических и субтропических вод, никогда не встречающиеся в столь высоких широтах.

В то же время поражает сходство этого животного по большинству признаков с морской, или стеллеровой коровой *Rhytina stelleri*, какой ее описывали Г. Стеллер (1774), С. П. Крашенинников (1755), которую считают исчезнувшей с лица земли.

Наше сообщение ввиду его необычности может вызвать сомнение в его правдоподобности. И действительно, — могло ли сохраниться где-то стадо животных, последний представитель которых был добыт почти 200 лет тому назад (по данным М. Соура, 1768)? В связи с этим следует более подробно обсудить этот вопрос.

Исследования В. А. Грекова (1958), обратившегося к архивным материалам, дали убедительные данные о распространении морской коровы в XVIII в. не только в прибрежной зоне Командорских островов, как об этом сложилось мнение у большинства ученых, но также и в других районах Дальнего Востока. Так, например, по Г. Стеллеру, морские коровы водились около Амери-

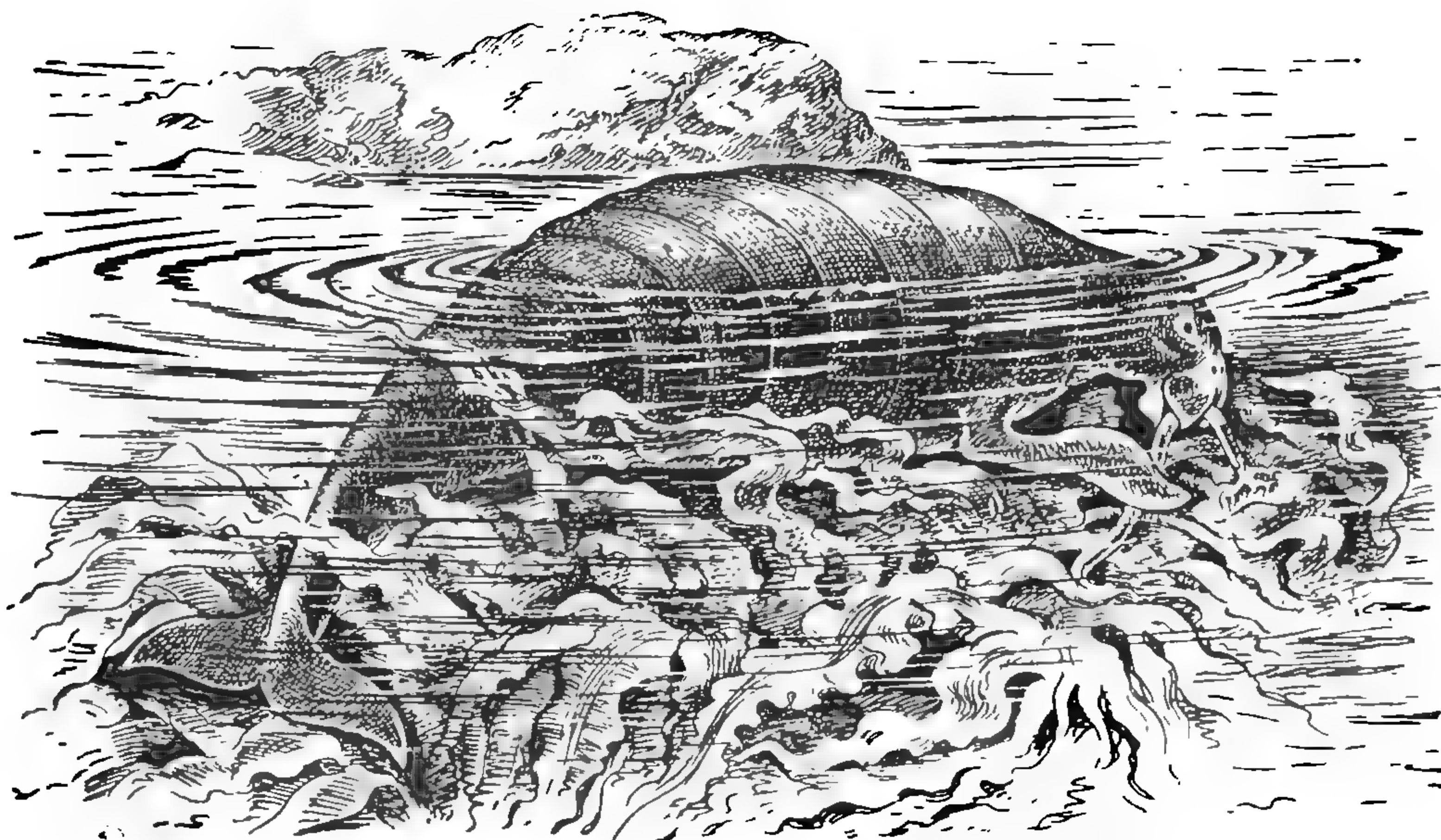


Рисунок Н. Н. Кондакова

ки и на островах в «канале» (В. Греков полагает, что острова в канале — Командорские, но это также могли быть и о. Матвея и Св. Лаврентия), а к берегам Камчатки изредка приносятся волнами только мертвые особи. Г. Стеллер имел сведения о распространении морских коров на севере и упоминал, что чукчи используют их шкуры при постройке лодок. Интересно сообщение Ф. А. Кулькова в одном из документов о торговом плавании в 1759—1762 гг. на Ближние о-ва: «киты являются там редко, а морские коровы и того реже, которых промышленники называют командорскими коровами потому, что по большей части водятся около Берингова или Командорского острова» (цит. по В. Грекову). Уже на основании этих данных можно поставить под сомнение общепринятую версию о распространении морской коровы только у Командорских островов.

Интересны и другие сообщения о встречах с морскими коровами в период более поздний, чем 1768 г. В частности, существует сообщение натуралиста Г. Тилезиуса, участвовавшего в кругосветном плавании И. Ф. Крузенштерна в 1803—1806 гг. о том, что путешественники, возвращающиеся из Калифорнии, рассказывают о виденных ими морских коровах; сообщение А. Норденшельда о морской корове, виденной на острове Беринга в 1854 г. (А. Nordenskjöld, 1885). Особый интерес вызывает упоминание Г. Свердруп о том, что один русский

рассказывал ему про экземпляр мертвой морской коровы, которую приблизительно в 1910 г. принесло течением к мысу Чаплина. Это сообщение интересно тем, что животное видели не в открытом море, где его могли спутать с каким-либо другим, а осматривали в непосредственной близости.

Как известно, на Командорских островах морская корова была полностью уничтожена промышленниками, занимавшимися промыслом морских котиков. Однако в других районах, где этот вид, судя по приведенным материалам, мог обитать, промысел ввиду отсутствия ценных пушных зверей почти не велся, а сами районы были и до сих пор остаются мало посещаемыми. Можно предположить, что там при наличии подходящих экологических условий морская корова могла сохраниться и сведений о ней мы не получали. В таких условиях морская корова могла оставаться длительное время незамеченной.

Уместно напомнить, что в результате посещения неисследованных или мало исследованных районов в последние годы систематически описываются новые виды морских млекопитающих. В частности, в 1958 г. были открыты новый вид дельфина рода *Phocaena* в Калифорнийском заливе (Norris Kenneth, Farland, 1958), а в северной части Тихого океана новый вид ремнезуба *Mesoplodon ginkgodens* n. sp. (Nishiwaki a. Kamiya 1958) длиной около 5 м. В свете открытия

подобных крупных животных, о существовании которых ничего не было известно до последнего времени, сохранение морской коровы в некоторых, редко посещаемых человеком местах, не покажется уже столь неправдоподобным.

Сведения о встречах животных, по описанию похожих на стеллерову корову, периодически поступали в последнее время в Тихоокеанский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО) от рыбаков, местных жителей северных Курильских островов, восточного побережья Камчатки и с Чукотки, но им не придавалось должного значения. Однако в свете наблюдений китобойца «Буран» все эти сообщения заслуживают большего внимания.

Интересен также факт, что район встречи «Бураном» неизвестных животных чрезвычай-

чайно подходит к характерным станциям обитания морской коровы. Так, еще С. П. Крашенинников указывал на то, что эти животные водятся «по тихим морским заливам, особенно около устьев рек». Кроме того, район встречи, как мы уже указывали, зимой не замерзает.

Итак, наблюдаемые с китобойца «Буран» животные вполне могли быть морскими коровами. Бесспорно, этот вывод требует дальнейшего подтверждения, для чего необходим как минимум один специальный экспедиционный рейс в указанный район, а также и в другие районы, в частности, вдоль восточного побережья Камчатки, где тоже есть подходящие станции для обитания морской коровы.

А. А. Берзин, Э. А. Тихомиров,
В. И. Тройнин

Тихоокеанский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии (Владивосток)

ИЗОТОПЫ ВОДОРОДА И НЕЙТРОНА

В № 12 нашего журнала за 1962 г. (стр. 105) помещена заметка о наблюдении водорода-4. В данной статье разъясняется физический смысл этой работы и указаны возможные времена жизни H^4 и подобных ему ядер.

До сих пор известны три изотопа водорода: H^1 — обычный водород, ядро которого состоит из одного протона, $H^2 = D^2$ — дейтерий и $H^3 = T^3$ — тритий. Ядро H^2 , кроме протона, содержит один нейтрон, ядро H^3 — два нейтрона. H^1 и H^2 стабильны, H^3 β -активен. Вполне логичен вопрос — не существуют ли еще более тяжелые изотопы водорода H^4 и H^5 , содержащие три и четыре нейтрона? Аналогично можно говорить и об изотопах нейтрона n . Известно, что динейтрон n^2 не имеет связанного состояния. В некоторых опытах динейтрон обнаруживается, но он так быстро распадается на два нейтрона, что о его состоянии говорят как о виртуальном, несвязанном¹. О тринейтроне n^3 никаких положительных данных

нет и никаких оснований ожидать его существования в связанном состоянии также нет. Однако вопрос о тетранейтроне (квадринейтроне) n^4 до сих пор недостаточно ясен и отрицать возможность его существования не только в виртуальном, но даже в связанном состоянии нет серьезных оснований.

Вопрос о существовании изотопов водорода и нейтрона весьма важен для ядерной физики и астрофизики, поэтому он ставился и обсуждался уже давно. Обзор опытов, связанных с выяснением этого вопроса, был сделан на московских конференциях по ядерной физике в 1957 г. и в 1960 г.¹ Имевшиеся тогда данные указывали на отсутствие связанных состояний у ядер H^4 , H^5 и n^4 . Однако отрицательные результаты опытов всегда менее убедительны, чем положитель-

¹ Виртуальным называется такое состояние, из которого ядро может распадаться прямо на составляющие его элементарные частицы (нуклоны). При связанном состоянии ядро может распадаться только вследствие β -процесса, т. е. превращения одной элементарной частицы в другую (например, нейтрона

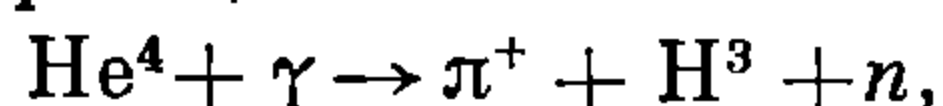
в протон) — процесс, идущий, как правило, гораздо медленнее, чем прямой распад.

¹ См. Н. А. Власов. Ядерные реакции при малых и средних энергиях. Изд-во АН СССР, 1962.

ные, поэтому попытки обнаружить эти ядра не прекратились, и их нельзя считать бессмысленными.

Источником новых сведений, вызвавших большой интерес, оказались работы итальянских физиков в Национальной лаборатории высоких энергий во Фраскатти, вблизи Рима¹. В этих работах изучается образование π -мезонов при бомбардировке ядер He^4 γ -квантами с энергией до 1000 Мэв . При такой энергии возможно образование одного, двух и даже большого числа π -мезонов.

Первые опубликованные результаты относятся к реакции

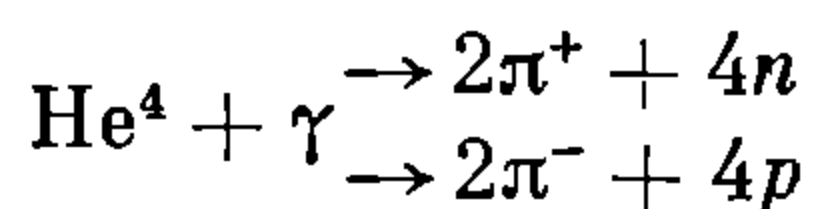


в которой образуются один положительно заряженный мезон π^+ , ядро трития H^3 и нейтрон n . Следы заряженных π^+ и H^3 наблюдались в диффузионной камере. След нейтрона не виден, но информация о нем может быть получена путем анализа. Было установлено, что существует несомненная корреляция направлений вылета и скоростей H^3 и нейтрона, т. е. непосредственно в реакции образуется ядро H^4 , распадающееся потом на $\text{H}^3 + n$. Получена грубая оценка энергии распада Q :

$$Q(\text{H}^4 \rightarrow \text{H}^3 + n) = \text{от } +3,5 \text{ до } +7 \text{ Мэв}.$$

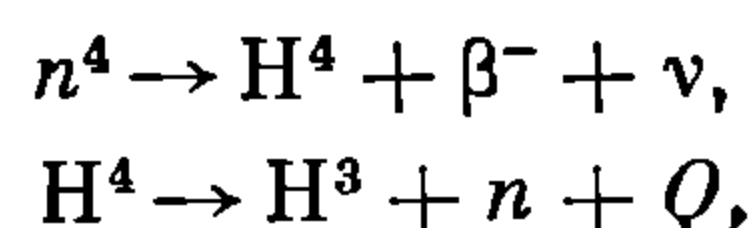
Это означает, что H^4 получен в несвязанном (виртуальном) состоянии. Такие состояния известны для многих легких ядер. Например, n^2 , He^5 , Li^5 , Be^6 , Be^8 и др. не имеют связанных состояний, их основные состояния виртуальны. Время жизни τ таких ядер определяется по энергетической ширине их состояний ΔE , исходя из соотношения Гейзенберга, $\tau = \frac{h}{\Delta E}$. По порядку величины оно близко к времени простого ядерного столкновения — $10^{-21} \text{ сек} = \frac{10^{-12} \text{ см}}{10^9 \text{ см/сек}} = \frac{R}{v}$ (R — размер ядра, v — скорость нуклона в ядре). Таким образом результаты этого опыта вполне согласуются с прежними.

Наряду с образованием одного π -мезона в опытах итальянских физиков наблюдаются реакции образования двух мезонов, например



¹ См. P. E. Argan, I. Bendiscioli, A. Piazzoli V. Bisi, M. I. Ferraro, I. Piragino. «Phys. Rev. Lett.», 1962, v. 9, p. 405.

Заряд π -мезонов в реакциях этого типа может быть положительным, нулевым или отрицательным. В зависимости от этого конечное ядро будет иметь заряд от 0 до 4. В частности, при образовании 2 π^+ может образоваться тетранейтрон. По сообщению А. Пьяццолли, во Фраскатти¹ было обнаружено, что вероятность образования двух положительных мезонов на порядок величины больше, чем двух отрицательных. Это можно объяснить образованием тетранейтрона, но не обязательно в связанном состоянии. Если основное состояние тетранейтрона виртуально, но энергия распада не очень велика, то это состояние будет проявляться как резонансное взаимодействие четырех нейтронов в конечном состоянии, ведущее к увеличению вероятности реакции. Подобное состояние должно быть и у четырех протонов, но из-за электростатического отталкивания оно должно быть заметно выше и эффект резонансного взаимодействия слабее. Решить вопрос о положении основного состояния тетранейтрона можно либо путем измерения энергии обоих π^+ -мезонов, либо, если n^4 имеет связанное состояние, путем наблюдения его радиоактивного распада. По имеющимся сведениям, такие опыты предполагаются. Если основное состояние n^4 связанное, то он должен распадаться по схеме



т. е. β -распад n^4 должен сопровождаться испусканием нейтрона, так как продукт распада H^4 не имеет связанного состояния. Энергия распада $E_\beta(n^4) \leq 10 \text{ Мэв}$. Больше 10 Мэв она не может быть, так как это означало бы, что состояние n^4 виртуально, и он распадается практически мгновенно на свободные нейтроны.

Энергии β -распада, равной 10 Мэв , соответствует период распада $T > 0,01 \text{ сек}$. Следовательно, время жизни тетранейтрона либо меньше 10^{-20} сек , если его состояние виртуально, либо больше $0,01 \text{ сек}$, если состояние связанное. Времена жизни, сильно выходящие за эти пределы, не согласуются с основными закономерностями ядерных превращений.

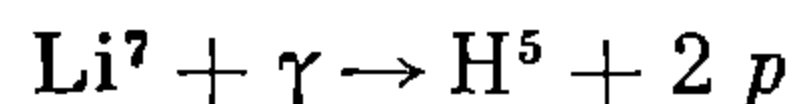
Возможно прямое получение тетранейтрона и в обычных ядерных реакциях при

¹ См. A. Piazzoli. Предварительное сообщение в ЦЕРН'e, 1963.

средних энергиях. Простейшей из них является реакция $H^3 + H^3 \rightarrow 4n + 2p$. Для осуществления этой реакции необходимы тритоны с энергией больше 34 Мэв. Измеряя суммарную энергию двух протонов, можно найти энергию тетранейтрона. Такие опыты пока не ставились, так как до сих пор ни в одной лаборатории нет тритонов, ускоренных до достаточной энергии.

Вопрос о существовании H^5 , несмотря на имевшиеся отрицательные данные, возник снова в связи с публикацией результатов двух новых опытов. Один из этих опытов дал отрицательный результат в согласии с предыдущими данными. Во втором опыте якобы обнаружена активность неизвестного периода, которую можно было бы приписать H^5 .

В обоих опытах пытались получить H^5 в реакции

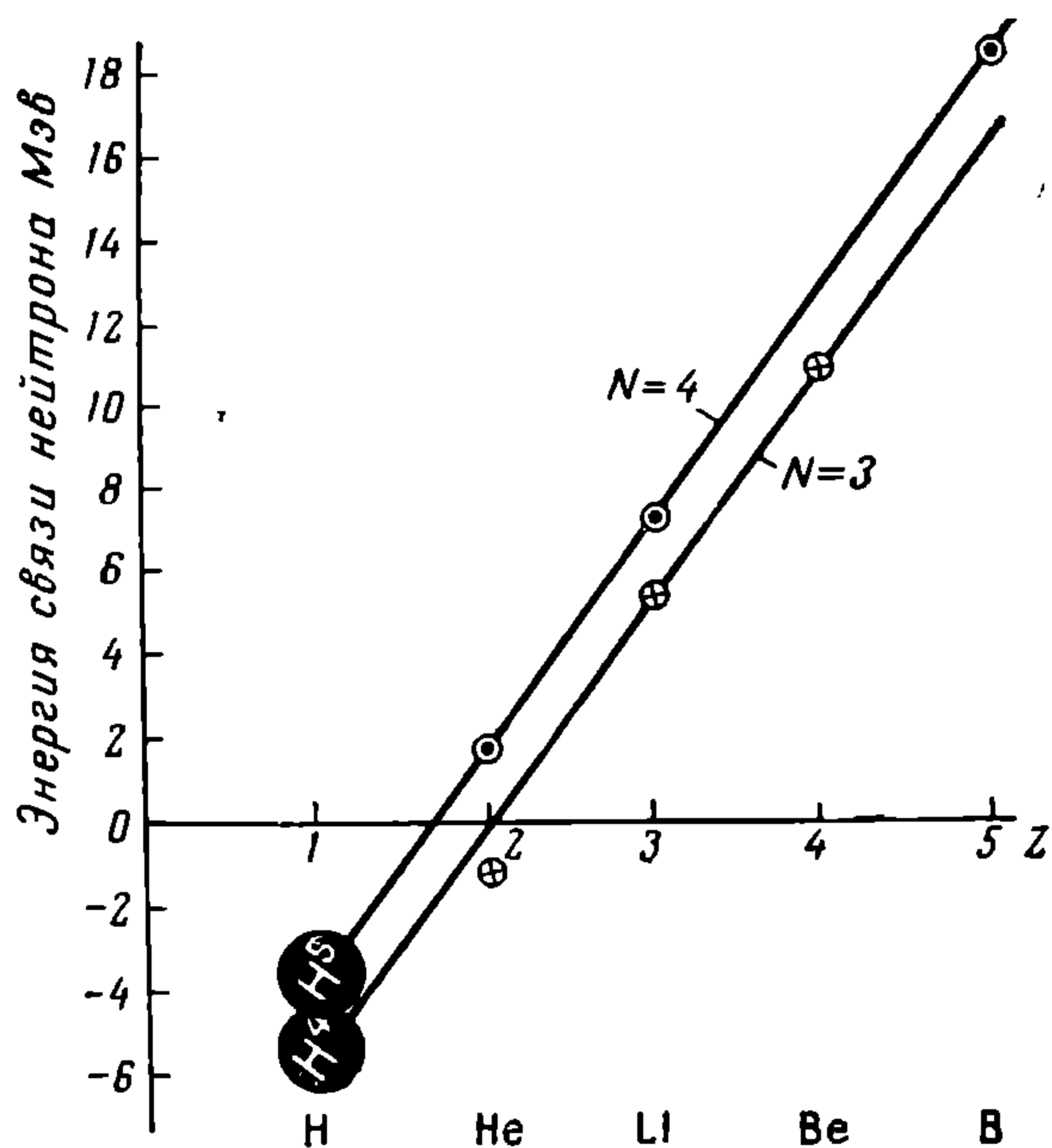


и наблюдать его распад либо по запаздывающим нейтронам, либо по β -электронам.

Следует заметить, что второй метод менее совершенен, чем первый. Полученные в нем результаты недостаточно убедительны для утверждения об обнаружении β -активного H^5 . Вероятно, более тщательное исследование приведет также к отрицательному результату.

Для иллюстрации вероятности того, что и H^4 и H^5 не имеют связанных состояний, на рисунке показана зависимость энергии связи E_n последнего нейтрона от заряда ядра Z , т. е. от числа протонов в ядре. Один ряд точек соответствует известным ядрам с четырьмя нейтронами ($N=4$), другой — с тремя ($N=3$). Оба ряда точек лежат приблизительно на прямых линиях. Связь четного нейтрона всегда больше, поэтому прямая $N=4$ лежит выше. Экстраполируя прямые к $Z=1$, можно оценить энергию связи нейтрона в H^4 и H^5 . Хотя точность такой оценки не очень велика, но, несомненно, для обоих ядер энергия E_n меньше нуля и, следовательно, их основные состояния виртуальны. Закономерность, иллюстрируемая прямыми (рис. 1), обнаруживается для большого числа ядер с разными значениями N и Z .

На ее основе автором были высказаны соображения об отсутствии связанных состояний у изотопов гелия He^7 и He^8 и некоторых других ядер. Для оценки энергии ядра, состоящего из одних нейтронов, надо было бы продолжить эти прямые до оси ординат, т. е.



Энергия связи E_n третьего $\otimes$ ($N=3$) и четвертого $\odot$ ($N=4$) нейтрона в известных ядрах числом протонов Z

до значения $Z=0$. Однако такая экстраполяция неубедительна по двум причинам. Во первых, экстраполировать нужно слишком далеко. Во-вторых, значение энергии связи, получаемое при этом, близко к тому, при котором тетранейтрон может оказаться в связанном состоянии. Дело в том, что в отличие от H^4 и H^5 , распадающихся на $H^3 + 1(2)n$, тетранейтрон должен распадаться на четыре свободных нейтрона. Энергия связи H^3 около 8,5 Мэв. Если экстраполированная величина энергии распада n^4 не больше 8—9 Мэв, то тетранейтрон может иметь связанное состояние.

Опыты с изобарными ядрами массы 4 пока не обнаружили у них состояний, подобных состоянию тетранейтрона. Однако возможность существования его в связанном состоянии нельзя считать исключенной, и опыты по определению энергии основного состояния тетранейтрона представляют большой интерес. Если основное состояние тетранейтрона виртуально, то и в этом случае определение его энергии существенно для уточнения представлений о веществе, состоящем из одних нейтронов¹.

Н. А. В л а с о в
Доктор физико-математических наук
Москва

¹ См. Я. Б. Зельдович. ЖЭТФ, 1960, т. 38, стр. 1123.

Воспоминания, мемуары

Открывая раздел «Воспоминания, мемуары», редакция предполагает напечатать ряд еще неопубликованных рукописей крупнейших ученых об их научной и общественной деятельности, встречах и переписке с другими учеными. Здесь мы публикуем одну из глав готовящейся к печати книги воспоминаний выдающегося советского физиолога, академика Леона Абгаровича Орбели (1882—1958). В основу ее легли стенографические записи его бесед с ближайшими сотрудниками, главным образом осенью 1955 г. Большая (по объему и значению) часть книги — воспоминания об Иване Петровиче Павлове, с которым Л. А. Орбели общался и работал в продолжение трех с половиной десятилетий.

МОЙ УЧИТЕЛЬ

Уже много лет тому назад я хотел в кругу своих ближайших сотрудников рассказать об Иване Петровиче Павлове так, как он мне представлялся в течение 35 лет знакомства и сотрудничества с ним. И вот теперь предметом моей первой беседы мы договорились избрать первоначальные мои встречи с Иваном Петровичем в студенческие годы.

Когда я ехал в Петербург, чтобы поступить в Военно-медицинскую академию¹, я еще ничего об И. П. Павлове не слышал. По приезде в Петербург я узнал, что в Соляном городке читает цикл лекций по физиологии известный физиолог И. Р. Тарханов². Лекции пользуются большим успехом, аудито-

¹ Леон Абгарович Орбели родился 25 июня (7 июля) 1882 г., в 1899 г. окончил гимназию в Тифлисе и в том же году поступил в Военно-медицинскую академию (прим. ред.).

² Иван Романович Тарханов (Тархан-Моуратов, 1846—1908) — физиолог, ученик И. М. Сеченова. В 1869 г. окончил медико-хирургическую академию; в 1877—1895 гг. был профессором этой академии. Широко популяризировал физиологию, читая публичные лекции и публикуя научно-популярные труды (прим. ред.).



Л. А. Орбели — студент Военно-медицинской академии. 1899—1901 годы

рия всегда полна, и мне посоветовали пойти послушать их. Отправившись в Соляной городок, я попал на лекцию о пищеварении; Тарханов демонстрировал собак с желудочными фистулами и эзофаготомией¹ и упомянул, что это собаки, которых любезно предоставил ему его товарищ Иван Петрович Павлов. Ассистировали Тарханову два студента Военно-медицинской академии Парадовский и Эйсмонт.

Лекция была очень интересная. Тарханов читал красиво, живо, демонстрации прошли удачно. Я тогда впервые узнал, что существует физиолог Павлов, который разработал ряд интересных исследовательских приемов и даже предоставляет оперированных им собак для популярных лекций Тарханову. Вскоре после этого, когда я уже был студентом первого курса Военно-медицинской академии, мой товарищ по курсу Павел Владимирович Гутовский соблазнил меня: «Пойдемте, Леон Абгарович, на лекцию второго курса, там сегодня читает Павлов».

Времена у нас в Академии были тогда очень вольные, никто не мешал студентам ходить на лекции любого курса, и многие

¹ Операция, состоящая в перерезке пищевода и выведении его наружу; применялась И. П. Павловым в опытах по изучению рефлексов, возникающих во время еды.

лекции посещались студентами разных курсов, а некоторые не посещались вовсе — все зависело от того, как читал профессор, насколько интересны и полезны его лекции.

В одно прекрасное утро мы отправились на лекцию второго курса, чтобы как можно скорее увидеть знаменитого Павлова. Придя в аудиторию, мы уселись, и вскоре вышел человек небольшого роста, с квадратной бородой, с большой копной волос на голове, — видно было, что это наполовину поседевшие русые волосы. Он уселся спокойно в кресло и начал совершенно непринужденно рассказывать как раз о пищеварительных железах. В точности я не помню, но, кажется, это была лекция с демонстрацией эзофаготомизированной собаки с желудочной фистулой, так что содержание было примерно такое же, как и в лекции Тарханова. Читал он свободно, будто в домашней обстановке рассказывал о своих делах. И на меня и на П. В. Гутковского лекция произвела сильное впечатление.

После этой лекции я почти целый год не видел Ивана Петровича, но на втором курсе, конечно, мы посещали все его лекции. Они всегда протекали оживленно, всегда сопровождались демонстрациями. Демонстрации проводил прозектор Варта́н Иванович Варта́нов, впоследствии профессор Женского медицинского института в Петербурге, и вернувшийся из заграничной командировки Анто́н Анто́нович Ва́льтер; изредка появлялся еще Петро́ Яковле́вич Бо́рисов, приват-доцент Академии.

Бывали случаи, когда демонстрации по той или иной причине не удавались, например, когда нужно было демонстрировать острые опыты. Иван Петрович тогда кипятился, иногда бывал очень резок и даже груб с сотрудниками. Я помню один инцидент, который надолго врезался мне в память. Это произошло во втором полугодии, когда Иван Петрович читал о функции почек. Была выпесена собака во время острого опыта под наркозом со вставленными в мочеточники канюлями. Нужно было установить сначала картину мочеобразования в каждой из почек. Под чревный нерв на одной стороне была подведена лигатура. Опыт был рассчитан на то, чтобы в нужный момент перервать этот нерв и показать, как это отразится на работе почек. Этот нерв, как известно, сосудосуживающий. В первый момент после разрыва его должно наступить некоторое ограничение мочеотделения, а по-



И. П. Павлов

том оно должно усилиться и обогнать вторую, контрольную почку.

Собаку принесли после нескольких напоминаний. «Скорее, скорее, в чем дело, почему не несут?». И оказалось, что из той почки, нерв которой нужно было перервать, моча не идет. Одна почка дает мочу, другая — нет. Ждали, ждали, наконец Павлов говорит:

— Это даже хорошо, мы перервем нерв, тогда почка начнет работать. Очевидно, тут был спазм сосудов, а мы перервем нерв, и через некоторое время мочеотделение восстановится.

Взялся за лигатуру, перервал нерв, — нет мочи.

— Что такое? Господа, вы не тот нерв взяли. Это был не *splanchnicus*. Дайте, я сам посмотрю. Ищет, ищет. Нет это был спланхникус!

— Ни черта вы не умеете, не умеете показывать опыты! До следующего раза, господа, до свидания! И ушел из аудитории.

У меня уже тогда был контакт с сотруд-

никами кафедры. Вышел я в препаровочную комнату, там большое волнение. Усыпили собаку, начинают вскрывать: в чем тут дело? Обнаруживается огромная так называемая «большая белая почка» — полное жировое перерождение одной почки, а другая почка нормальная.

Для того чтобы проверить свои впечатления, вырезали обе почки и пошли к соседям, на кафедру патологической анатомии. Я не помню сейчас, кто тогда был прозектором там, кажется И. П. Коровин. Показали ему, а он и говорит: «Настоящая классическая большая белая почка!» Ясно, что никакой мочи она давать не могла.

Лекции Иван Петрович читал три дня подряд: в четверг один час, в пятницу и субботу — по два часа. На следующий день положили эту почку на тарелку и перед лекцией П. Я. Борисов торжественно подносит ее Ивану Петровичу: «Вот, Иван Петрович, Вы вчера сердились, а вот в чем дело — больная почка!»

— Ну, что такое? Какая там больная почка, чепуха какая! Не умеете ставить опыты и еще такие оправдания находите. Знать ничего не знаю, потрудитесь делать как следует. — Принесли другую собаку, прооперировали. Опыт прошел благополучно. Но впечатление от прошлой неудачи осталось неприятное....

Мы всегда восторгались лекциями Ивана Петровича, его манерой излагать материал, красотой демонстрируемых опытов, но всегда бывало очень тяжело, когда в очень резкой форме при студентах он делал замечания ассистентам по поводу того или иного опыта, по поводу той или иной неудачи.

В первом полугодии Иван Петрович прочел пищеварение и начал читать кровообращение, во втором полугодии он продолжал читать кровообращение, читал его довольно долго. А затем пошли краткие курсы: дыхание — пять часов, внутренняя секреция — одна двухчасовая лекция; тогда учение о внутренней секреции только зарождалось, так что Павлов имел возможность рассказывать только что появившиеся сведения о надпочечниках, о поджелудочной железе. Понятия об инсулине тогда еще не было, известно было только, что удаление поджелудочной железы вызывает диабет у собаки (это опыты И. Меринга и О. Минковского). Нервно-мышечная физиология заняла две недели, центральная нервная система должна была занять одну неделю, т. е. пять часов. Однако

к этому времени в Петербурге началась студенческая забастовка. Забастовали и студенты Военно-медицинской академии, и последние лекции так и пропали для нас — центральная нервная система не была дочитана.

За весь год, когда Иван Петрович читал студентам второго курса, я не пропустил ни одной лекции. Я сидел в одном из первых рядов, следил за тем, что преподавалось и показывалось, и пользовался предложением Ивана Петровича задавать вопросы. Всем слушателям не только разрешалось, но и рекомендовалось перебивать лекцию Ивана Петровича и задавать вопросы, если что-нибудь было непонятно, неясно. Такова была его система преподавания. Иван Петрович всегда очень охотно тут же давал объяснения. В числе таких активно задававших вопросы студентов я припоминаю сейчас Кролюницкого, который в середине учебного года за участие в каком-то неразрешенном собрании был удален из Академии и выслан за пределы России. Я помню, как этот товарищ, получив такой тяжелый приговор, отправился к Ивану Петровичу. Иван Петрович принял его очень тепло и радушно у себя на квартире, побеседовал, утешил его и дал ему рекомендательные письма за границу. Кролюницкий поступил в Парижский университет и благополучно его окончил, работал там в Пастёровском институте, и много раз мне приходилось видеть его имя в научной литературе. Это образец отношения Ивана Петровича к учащейся молодежи. С одной стороны, он, ученый с мировым именем, читая курс, разрешает своим молодым ученикам прерывать его изложение для того, чтобы выяснить возникшие недоразумения, неясности. С другой стороны, молодому человеку, попавшему в трудное положение, он раскрывает двери своей квартиры, принимает у себя, утешает и помогает ему получить образование, построить свою научную карьеру.

Помню, на одной из лекций мне пришлось обратиться с вопросом к Ивану Петровичу. На мой вопрос Иван Петрович ответил.

— Знаете что, я не могу дать ответа, это требует фактической проверки, а так сразу не могу сказать. Если вас это интересует, приходите завтра в мою лабораторию в Институте экспериментальной медицины, мы поставим вместе с вами этот опыт, получим ответ на ваш вопрос и на следующей лекции объявим курсу.

Опять не случайная, а характерная для Ивана Петровича черта. Он прямо отвечает, что не знает, не прикрываясь профессорской завесой, которая должна отграничить его от слушателей, а просто говорит: «не знаю, на этот вопрос надо получить ответ в опыте» и тут же предлагает студенту, который только-только начинает изучение физиологии, прийти в его лабораторию и самому поставить эксперимент.

Иван Петрович в то время рассматривал разработанные им впоследствии условные рефлексы как «психическую секрецию» и указывал, что когда пища попадает в рот или только подносится собаке, у нее начинается секреция пищеварительных соков, в частности желудочного сока, это он и называл «психической секрецией». Он говорил, что для того чтобы эта секреция наступила, требуется аппетит, требуется страстное стремление к еде, словом нужен ряд психических моментов. Вместе с тем, касаясь желудочной секреции, он в другой лекции указывал, что жир вызывает ее торможение.

Мой вопрос и заключался в том, что же будет, если дать собаке есть жир? Собака, вероятно, будет с жадностью есть его, так что момент страстного отношения к пище — момент аппетита — может быть налицо и должно наступить обильное выделение желудочного сока; но если оно наступит, это будет противоречить тому, что вызывает жир как непосредственный раздражитель пищеварительного тракта, т. е. получится конфликт между чистой физиологией и теми психологическими прибавками, которые принимались во внимание при объяснении «психической секреции».

Вот этот опыт и пригласил меня Иван Петрович поставить в его лаборатории в Институте экспериментальной медицины. На следующий день вместе с моим товарищем по курсу В. Л. Брешелем мы пошли на Аптекарский остров, в Институт экспериментальной медицины. Шли мы по Аптекарскому проспекту, тогда там была полная тишина, огромные сугробы снега. С большим трудом добрались до Института и впервые увидели, что это за учреждение.

Институт экспериментальной медицины возник на базе дачи принца Александра Петровича Ольденбургского. К этой даче была прикуплена вторая дача, принадлежавшая банкиру Алферову. Кухня алферовской дачи была расширена и там были размещены основные, наиболее важные части павловской

лаборатории — операционная, вивисекционная, клиника.

Когда мы вместе с Брешелем пришли в лабораторию Ивана Петровича (было приказано прийти к четырем часам дня), нас встретил швейцар в livree с императорскими орлами и провел к Ивану Петровичу. Оказалось, что собака уже приготовлена, поставлен станок в одной из свободных комнат. Тут я впервые увидел Евгения Александровича Ганике, молодого еще человека, с большой косматой бородой, с очень всклокоченными волосами.

Иван Петрович вышел к нам. Поставил в станок эзофаготомированную собаку с желудочной фистулой. Сам Иван Петрович сидел, помогал при проведении опыта служителю Ивану Шувалов, который работал у Ивана Петровича в течение многих лет. В самом начале опыта был Ганике, потом он ушел. Мы с Брешелем уселись наблюдать. Кормили собаку сливочным маслом, она съела сто или двести граммов и у нее потек сок в очень небольшом количестве. Иван Петрович сразу стал рассуждать, чем это можно объяснить и говорил, что, очевидно, природа рассчитывает на переваривание не чистого жира, а жировой ткани, в которой много соединительной ткани, а соединительная ткань требует пептического переваривания¹. Тогда Павлов стоял на позиции почти телеологического объяснения многих фактов, в смысле истолкования приспособительной роли тех реакций, которые возникают при тех или иных условиях, и выявления физиологического смысла явлений.

В приведенном случае бросается в глаза, с одной стороны, внимание к молодому начинающему работнику — все подготовлено для того, чтобы опыт мог быть без потери времени осуществлен; с другой стороны, вопрос, поднятый восемнадцатилетним юношей, его заинтересовывает, и он уделяет ему внимание, получает новый факт, тут же опять-таки с этим юношей начинает обсуждать этот факт, излагает свои мысли, не пряча их, не стесняясь, и в дальнейшем подвергает поднятый вопрос детальной разработке. Мне кажется, что в этом Иван Петрович уже весь показан; это цельная фигура исследователя, страстно заинтересованного своим делом.

Академик Л. А. Орбели

| ¹ Переваривание желудочным соком.



Огюстен Жан Френель

Раскроем энциклопедию. Френеля законы, зоны..., зеркала..., интегралы..., коэффициент увлечения..., Френеля параллелепипед..., формулы..., Френеля эллипсоид... Все это элементы грандиозного научного подвига, совершенного в течение девяти лет Огюстеном Жаном Френелем, человеком физически слабым, но сильным духом, в дни и часы, свободные от исполнения служебных обязанностей инженера мостов и дорог.

Френель — нормандец. Он родился 175 лет тому назад 10 мая 1788 г. в Бройли — имении предков создателя волновой механики Луи де Бройля. Несколькими годами раньше управляющий имением Франсуа Мериме пригласил туда в связи с перестройкой зданий архитектора Жака Френеля, который вскоре женился на его дочери Огюстине. Огюстен был их вторым сыном. Писатель Проспер Мериме — его двоюродный брат.

Революция прервала работы в имении герцога де Бройля. Архитектор отвез жену и сыновей на свою родину в Матье, в окрестностях Кана, а сам некоторое время рабо-

ВОЛНЫ СВЕТА ФРЕНЕЛЯ

тал на строительстве укреплений в Шербуре. Огюстине было 25 лет, когда она овдовела. Средства были весьма ограничены, но все четыре сына получили образование. Старший, Луи, погиб под Бадахосом во время Испанской кампании Наполеона. Младший, Фюльжанс, востоковед и дипломат, активно помогал Огюстену в оптических экспериментах. Леонор продолжил его работу по технической оптике. Письма к Леонору сохранили для нас множество интересных подробностей академических дискуссий о природе света.

В детстве сверстники называли Огюстена гением, но педагоги Центральной школы в Кане были иного мнения: у мальчика была неважная память. В 1804 г. Огюстен вслед за старшим братом отправился в Париж и поступил в Политехническую школу. В годы его ученья там преподавали Монж, Лежандр, Пуассон, Ампер, Гей-Люссак. Но физику читал Гассенфратц — профессор только «по имени», как говорил Араго. Заканчивал образование Огюстен в Школе мостов и дорог. Тот же путь прошел Огюстен Коши (он был годом моложе Френеля), посвятивший позднее много исследований математической разработке волновой теории света Френеля.

Получив в 1809 г. диплом инженера, Френель начал заниматься прокладкой и ремонтом дорог в Бретани, Вандее, Дофине. Одновременно он не без успеха пробовал силы в решении разнообразных научных, технических и даже философских проблем. Но к 1814 г. внимание его сконцентрировалось на той области физики, которую ему суждено было полностью перестроить.

В то время в оптике господствовала утвержденная авторитетом Ньютона корпускулярная или эмиссионная теория света. Она не встречала трудностей в рамках геометрической оптики, а для объяснения явлений дифракции, двойного лучепреломления и поляризации света вводились дополнительные гипотезы. Представление о свете как о волновом процессе в эфире отстаивали Гюйгенс, Ломоносов, Эйлер и с наибольшим успехом Томас Юнг, выдвинувший принцип интерференции. Знакомясь с состоянием оптики, Френель взвешивал аргументы за и против волновой теории и писал брату (6 июня 1814 г.), что он испытывает «большой соблазн верить в колебания особой жидкости для передачи света и тепла»¹. Но о работах Юнга он тогда ничего не знал.

В письме к брату от 11 июля 1814 г. Френель писал: «Поставь меня в известность, что знают о поляризации света. Ты не можешь себе представить, как хотелось бы мне узнать, что это такое. Мне кажется, что Малюс сделал это открытие»².

Во время «Ста дней» Френель подвергся домашнему аресту и вынужденный досуг был им использован для экспериментов, проводившихся на собственные скромные средства. Независимо от Юнга Френель открыл принцип интерференции и объяснил множество разнообразных оптических явлений. Академик Франсуа Араго, сам много занимавшийся оптическими экспериментами, высоко оценил сообщение Френеля.

Благодаря настойчивым хлопотам Араго, Френель, который уже снова трудился как инженер-путеец, на этот раз в Ренне, получил отпуск, и в марте—декабре 1816 г. в лаборатории Политехнической школы была проведена богатая открытиями серия экспериментов, в которых активно участвовал и Араго.

В 1818 г. Араго добился перевода Френеля в Париж, а через два года Управление мостов и дорог изменило профиль его инженерной деятельности: ему поручили разработку новой системы маячного освещения.

Первая победа Френеля в борьбе со сторонниками эмиссионной теории света выра-

¹ Цит. по статье Г. С. Ландсберга «Огюстен Френель. Очерк жизни и деятельности». В кн. О. Френель. Избр. труды по оптике, 1955, стр. 24.

² Там же, стр. 23.



Кордуанский маяк

зилась в присуждении ему премии на конкурсе Парижской академии наук, посвященном проблеме объяснения дифракции света (1819). Новые по идее и точные количественные опыты, введение новых методов расчета (интегралов Френеля), применение видоизмененного принципа Гюйгенса привели к созданию стройной волновой теории дифракции. Подтверждение предсказаний новой теории дополнительными опытами, предложенными сторонником эмиссионной теории Пуассоном, решило вопрос о премии. Но главные бои и за овладение тайной волн света, и за признание новых взглядов были еще впереди. Они были связаны с волновой интерпретацией явлений, незадолго до того открытых соотечественниками Френеля,— поляризации света при отражении (Малюс, 1808), хроматической поляризации (Араго, 1811), вращения плоскости поляризации (Араго, 1811; Био, 1815), а также с открытием существования двуосных кристаллов английским ученым Брюстером.

Решающей была попытка Френеля и Ара-

го наблюдать интерференцию лучей, поляризованных во взаимноперпендикулярных плоскостях. Отрицательный результат привел Френеля, как и Юнга, вскоре узнавшего об этом опыте, к гипотезе поперечности световых волн. Гипотеза была настолько революционна и требовала признания таких странных свойств у эфира (сочетание малой плотности с твердостью, упругостью, несжимаемостью), что и сами авторы вводили ее с большой осторожностью. Юнг сформулировал свои соображения с оговорками о реальности поперечных движений. Френель, поняв еще в 1816 г., что эти опыты «было бы легко объяснить, если бы колебательные движения поляризованных волн проходили только в плоскостях самих волн»¹, только к 1821 г. счел достаточно обоснованным предположение о поперечности колебаний естественного света. Араго — участник опытов по интерференции поляризованных лучей не решился присоединиться к этим смелым выводам. Но ряды противников Френеля дрогнули, когда в августе 1822 г. 73-летний Лаплас признал исследования Френеля о двойном лучепреломлении лучшим из всего, что докладывалось Академии за много лет. Это признание было тем более ценно, что именно Лаплас был автором теории двойного лучепреломления в духе корпускулярных представлений (1809). В работах по двойному лучепреломлению Френель заложил основы современной кристаллооптики. Хотя строгое математическое обоснование его выводов было дано много позже, а сам он в какой-то мере опирался на собственную интуицию, все результаты оказались правильными.

Глубокое теоретическое значение имеет исследование Френеля о влиянии движения Земли на оптические явления (1818). Выводы, сделанные им на основании гипотезы о частичном увлечении эфира движущимися телами, получили полное объяснение лишь в специальной теории относительности.

В конце XIX в. волновая теория света получила новую интерпретацию: природа световых волн оказалась электромагнитной. В начале XX века выяснилось, что наряду с волновыми свет обладает и корпускулярными свойствами, проявляющимися при из-

лучении света и взаимодействии света с веществом. Но открытые Френелем законы при этом не были поколеблены. В дальнейшем при создании квантовой (вначале ее называли волновой) механики было показано, что волновыми свойствами обладает и мир «весомых» частиц материи.

В 1823 г. Френель был избран членом Парижской академии, в 1825 г. — членом Лондонского королевского общества, которое присудило ему Румфордскую медаль. Звание академика не давало материальных преимуществ. Френель не мог бросить ни инженерную службу, ни полученную им в 1821 г. должность экзаменатора Политехнической школы. Осенние экзамены 1824 г. окончательно подорвали его зорьье. Он умер в Виль д'Авре 14 июля 1827 г.

В последние три года жизни в высшей степени свойственное Френелю чувство долга заставило его отказаться от физики и отдать остатки сил успешно начатой реорганизации маячного освещения. Относящиеся к ней записки, расчеты и чертежи занимают один из трех пухлых томов полного собрания его сочинений. Рассчитанные Френелем составные ступенчатые линзы в сочетании с вращающим оптическую систему механизмом и новым типом горелки произвели настоящий переворот в деле маячного освещения.

Френель сам руководил изготовлением первого аппарата нового типа и его установкой на Кордуанском маяке, завершенной 23 июля 1823 г. По свидетельству советского гидрографа П. И. Башмакова, посвятившего столетию со дня этого события специальную книгу, «изобретение Френеля с замечательной быстротой завоевало известность и славу наилучшего способа освещения маяков и все передовые морские нации по мере возможности спешили вводить его на своих маяках»¹.

Линзы Френеля повсеместно применяются и в наши дни. Волны света, льющегося над тьмой океанов со всех маяков мира, служат вечным памятником великому физiku.

О. А. Лежнева

*Кандидат физико-математических наук
Институт истории естествознания и техники
АН СССР (Москва)*

¹ О. Френель. Избр. труды по оптике. 1955, стр. 308.

¹ П. И. Башмаков. Маячное дело и его историческое развитие, 1925, стр. 115.

ПЛОСКОЕ ВОДОРОДНОЕ ОБЛАКО ВОКРУГ ЗЕМЛИ

То, что Земля окружена водородной оболочкой, известно уже давно. В начале нашего века английский астроном Джеймс Джинс показал, что содержащиеся в верхних слоях земной атмосферы газы постепенно улетучиваются в межпланетное пространство. Это происходит потому, что температура этих слоев земной атмосферы довольно высока и скорости некоторой части атомов газов, согласно статистическому уравнению Больцмана, становятся достаточными для того, чтобы эти атомы могли покинуть Землю или, во всяком случае, улететь от нее на достаточно большое расстояние. Так как скорость атома газа при данной температуре тем больше, чем меньше его масса, легкие газы улетучиваются быстрее, чем тяжелые. Поэтому с Земли легче всего улетают атомы водорода.

Водород в верхних слоях атмосферы появляется из паров воды и метана, которые заносятся на высоты 80—100 км над поверхностью Земли и там разлагаются под действием солнечного ультрафиолетового излучения, не проникающего ниже. Однако с этих высот атомы водорода еще не могут улетучиться — они непрерывно сталкиваются с другими атомами, и направление их движения постоянно изменяется — то они двигаются от Земли, то, после очередного удара, в противоположном направлении. Улетучиваться, или, как иначе говорят, диссипировать, они могут, достигнув высоты над поверхностью Земли в 500—550 км.

Там столкновения с другими атомами происходят гораздо реже, чем на высоте в 100 км, и атом может беспрепятственно улететь от Земли на большое расстояние. Таким образом, водород появляется в земной атмосфере на высоте около 100 км, затем он «продирается» на высоту в 500—550 км, откуда может беспрепятственно улететь, если получит в результате столкновения соответствующую скорость.

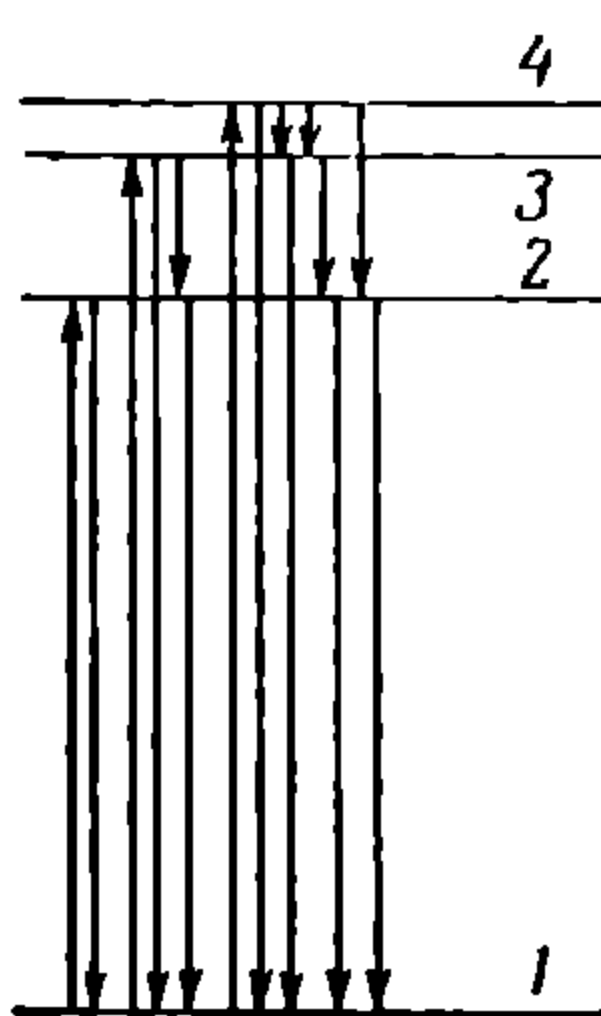


Рис. 1. Схема уровней атома водорода

Какими способами изучают околоземной водород? К сожалению, устанавливаемые в настоящее время на ракетах и спутниках приборы для определения химического состава атмосферы регистрируют только ионы — т. е. атомы, лишенные электрона. Нейтральные атомы обнаруживают лишь спектроскопически.

Наше Солнце состоит в основном из водорода. Первые же наблюдения его спектра обнаружили сильные линии поглощения водорода, соответствующие переходам с второго энергетического уровня на третий, четвертый и т. д. Когда спектр Солнца стали изучать с ракет, обнаружили уже не линии поглощения, а линии излучения, соответствующие переходу на первый уровень с второго, третьего, четвертого и более высоких (рис. 1). Эти ультрафиолетовые линии излучения весьма сильны в спектре Солнца¹.

Высокие слои земной атмосферы долго остаются освещены и после захода Солнца. Разумеется, если смотреть в направлении земной тени, мы не увидим освещенных слоев атмосферы; как известно, земная тень тянется на расстояние около 1 500 000 км.

Таким образом, земная атмосфера в подавляющей своей части в каждый момент времени облучается солнечным ультрафиолетовым излучением. Под действием света солнечных ультрафиолетовых линий водорода водород земной атмосферы начинает светиться по следующей схеме (см. рис. 1):

Солнечная линия, соответствующая переходам	Вызванное свечение земного водорода
1 → 2 1 → 3	2 → 1 3 → 1 или с той же вероятностью, 3 → 2 + 2 → 1
1 → 4	4 → 1 или { 4 → 3 + 3 → 1 4 → 2 + 2 → 1 4 → 3 + 3 → 2 + 2 → 1

Наибольшее значение для изучения околоземного водорода играют линии, соответствующие переходам

¹ См. в этом номере статью Д. М. Кулиева

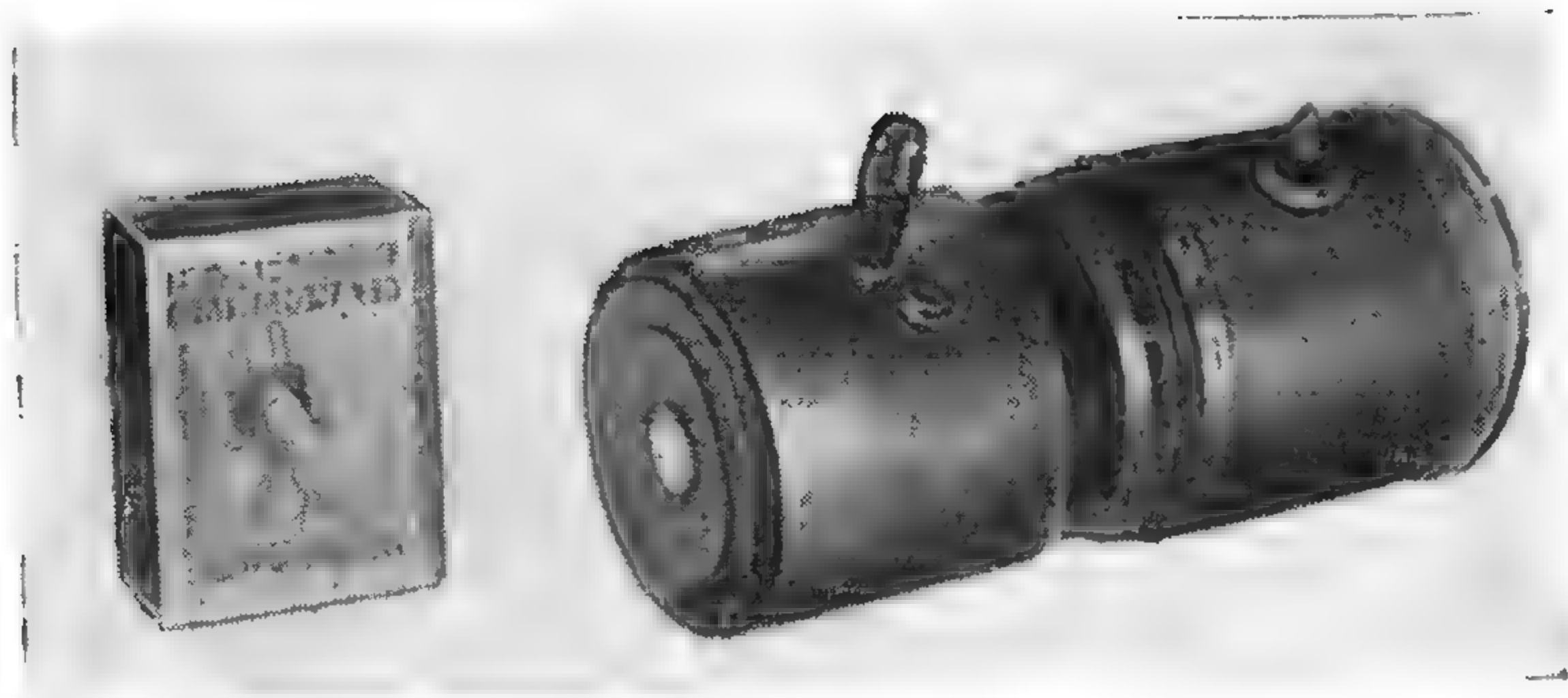


Рис. 2. Электронно-оптический преобразователь

$2 \rightarrow 1$ и $3 \rightarrow 2$. Линия $2 \rightarrow 1$ может быть излучена либо вследствие переизлучения солнечной линии $2 \rightarrow 1$, либо в результате дробления линии $3 \rightarrow 2$. Она имеет длину волны в $1215 \text{ \AA}$ и с поверхности Земли не наблюдается. Ее наблюдают с ракет, поднимающих приборы над плотными слоями земной атмосферы на высоту в $80\text{--}100 \text{ км}$. Линию обозначают символом L_α (первая линия серии Лаймана).

Линию, соответствующую переходу $3 \rightarrow 2$, можно наблюдать с поверхности Земли, так как ее излучение свободно проходит через земную атмосферу. Действительно, ведь это хорошо известная красная линия водорода с длиной волны $6563 \text{ \AA}$. В любом школьном физическом кабинете ее можно увидеть в карманный спектроскоп, направив его на светящуюся гейслерову трубку, наполненную водородом. Эта линия хорошо известна астрономам — ее излучение уже давно обнаружено в Млечном Пути и газовых туманностях. Линию эту называют H_α .

Различие между L_α и H_α не только в том, что первую наблюдают с Земли, а вторую — с ракет. Ультрафиолетовая линия гораздо интенсивнее красной. При возбуждении солнечными линиями излучения мы будем иметь для линии L_α в 2300 раз больше квантов, чем для линии H_α . Однако нет худа без добра. Если в земной атмосфере много нейтрального водорода (а это так), она становится непрозрачной для линии L_α .

Распределение водорода вокруг Земли можно в этом случае получить из наблюдений довольно сложным путем — решив интегральное уравнение. В принципе это нетрудно, но если вы располагаете лишь скудными данными одного — двух ракетных пусков, определенный результат получить не так легко. Другое дело H_α . В свете этой линии атмосфера прозрачна, что существенно облегчает обработку данных.

Однако интенсивность свечения этой линии в ночном небе столь невелика, что некоторые ученые совсем недавно вообще отрицали ее существование в земной атмосфере, приписывая наблюдавшееся излучение Галактике. Действительно, для того чтобы зарегистрировать эту линию, необходимо экспонировать фотопластинку на хорошем современном спектрографе не менее 10 час. Это обстоятельство сильно затрудняло изучение линии H_α .

Следует отметить, что впервые она была обнаружена в свечении ночного неба советскими учеными в 1958 г. во время Международного геофизического года.

Сократить экспозиции помогла электроника. Современные электронно-оптические преобразователи дали возможность уменьшить ее в 50 раз и получать за час снимки лучше тех, на получение которых тратилась раньше целая ночь. Один из этих приборов показан на рис. 2. Размером он не больше радиолампы; на его входе строится изображение предмета, который мы собираемся сфотографировать; оно превращается в электронное и вызывает свечение экрана, подобного телевизионному, только маленького. Изображение на экране гораздо ярче, чем на входе. Эти замечательные приборы находят все более и более широкое применение в научных исследованиях.

В начале 1962 г. мы применили подобную установку для наблюдения свечения водорода в земной атмосфере. Результаты оказались обнадеживающими, и осенью этого же года прибор был перевезен на высокогорную базу Государственного астрономического института, расположенную вблизи Большого Алма-Атинского озера. Превосходное небо и устойчивая ясная погода позволили накопить значительный наблюдательный материал — за период с конца декабря 1962 г. по конец января 1963 г.

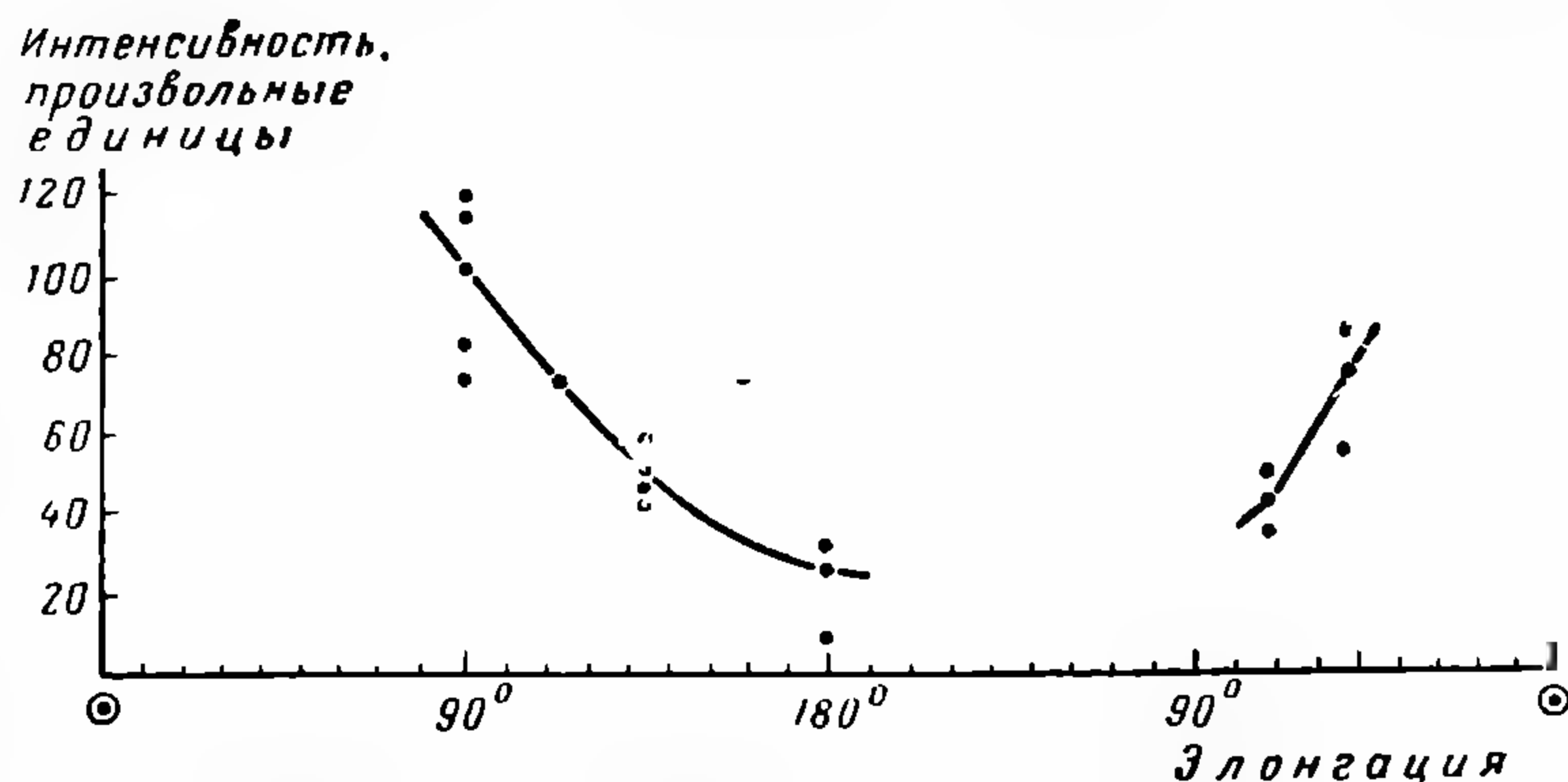


Рис. 3. Распределение интенсивности линии H_α в плоскости эклиптики

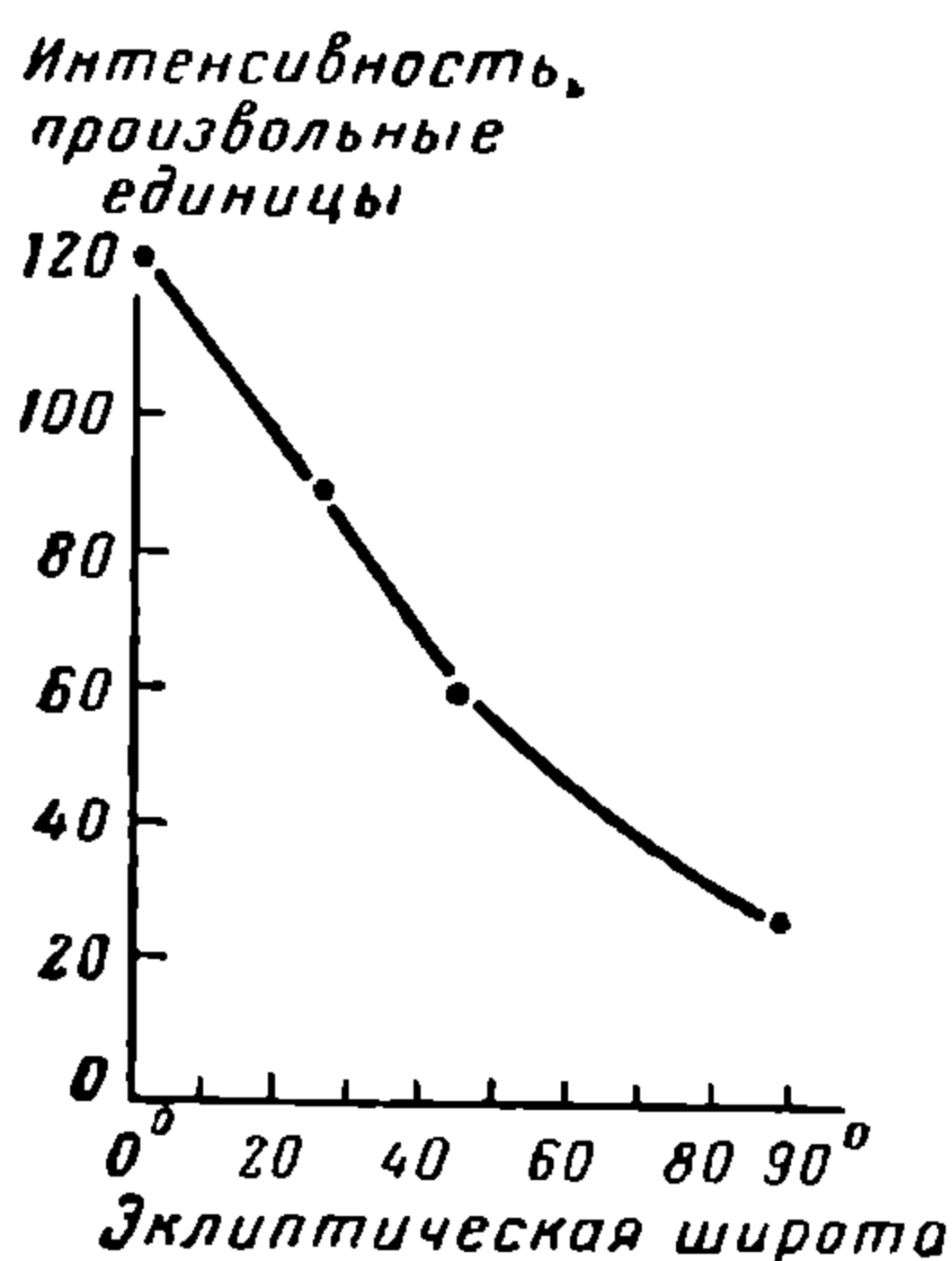


Рис. 4. Распределение интенсивности линии H_{α} перпендикулярно плоскости эклиптики

на зависимость интенсивности этого излучения от эклиптической долготы (для удобства здесь долготы отсчитываются от Солнца). Мы видим, что интенсивность водородного излучения растет по мере приближения к Солнцу. В направлении земной тени интенсивность минимальна.

Обращает на себя внимание асимметрия распределения; на утренней стороне неба интенсивность гораздо больше, чем на вечерней. Мы вернемся к этой интересной особенности ниже. Разрез, сделанный перпендикулярно плоскости эклиптики на элонгации 90° от Солнца (утренняя сторона неба), приведен на рис. 4. Мы видим, что при удалении от плоскости эклиптики интенсивность линии H_{α} уменьшается; в полюсе эклиптики она в 6 раз меньше, чем в ее плоскости.

Почему же следует интерпретировать эти результаты как свидетельство наличия околоземного водородного диска? Дело в том, что если бы это было не так, скорости атомов водорода относительно Земли были бы весьма значительны. Действительно, орбитальная скорость Земли равна 30 км/сек . Тело, обращающееся вокруг Солнца ближе, чем Земля, движется быстрее Земли, а более далекие тела — медленнее. Кроме того, наш луч зрения пересекает разные части этих орбит. Поэтому, если бы водород находился далеко от Земли, могли бы заметить доплеровское смещение его линий излучения.

При помощи эталона Фабри-Перо нам удалось оценить контур линии H_{α} в ночном небе и сделать попытку определения ее скорости. Линия оказалась узкой — ее ширина меньше $0,2 \text{ \AA}$, лучевой же скорости не удалось обнаружить вообще. Характеристики используемого прибора таковы, что скорость в 5 км/сек была бы уверенно зарегистрирована. Поскольку смещения «небесной» линии относитель-

было получено около 100 снимков излучения красной линии водорода в разных точках. Это излучение уверенно регистрировалось в любой точке ночного неба при часовой экспозиции.

Наблюдения показали, что излучение красной линии водорода значительно усиливается при приближении к эклиптике и к Солнцу.

На рис. 3 приведе-

но линии «земной» обнаружено не было, можно сказать, что, по-видимому, скорость атомов водорода в направлении луча зрения не больше $2-3 \text{ км/сек}$. Это главное свидетельство в пользу околоземного характера водородного облака. Следует отметить, что, возможно, в антисолнечной точке (в направлении земной тени), где мы видим лишь очень далекий водород, наблюдается удаление газа. Однако этот вывод еще нужно проверить.

Если считать водород околоземным, то наблюдения удовлетворительно согласуются со следующей его моделью: вечером — это диск, тянущийся от поверхности Земли на расстояние в 3000 км , утром — диск, наблюдаемый до расстояния в $10\,000 \text{ км}$. Толщина диска около 5000 км . Диск лежит в плоскости эклиптики, в одном кубическом его сантиметре около $10\,000$ атомов нейтрального водорода (рис. 5).

Почему диск утром «вспухает»? Дело в том, что под действием солнечных лучей верхняя атмосфера нагревается и диссипация водорода заметно усиливается. Приток же его на уровень 550 км , с которого начинается диссипация, постоянен. Поэтому за день верхние слои атмосферы теряют водород, ночью же диссипация уменьшается и водород накапливается. Утром ночная атмосфера с накопленным в ней водородом попадает под лучи Солнца, начинает прогреваться и водород интенсивно улечивается. Поэтому утром мы видим его больше и дальше. Самая сильная диссипация происходит в подсолнечной точке земной атмосферы; эта точка, естественно, лежит в плоскости эклиптики. Возможно, так объясняется концентрация водорода в этой плоскости.

Линия H_{α} ночного неба наблюдается в плоскости эклиптики на фоне непрерывного спектра Зодиакального света, в котором эта же линия имеется в поглощении. Недавно Джеймс (Англия) показал, что у этой линии поглощения для некоторых точек Зодиакального света наблюдается значительная лучевая скорость. Очевидно, эта скорость зависит от направления, по которому мы смотрим, и в ряде случаев может быть близка к нулю. Тогда произойдет наложение линии излучения околоземного водорода и линии поглощения Зодиакального света. Так как спек-

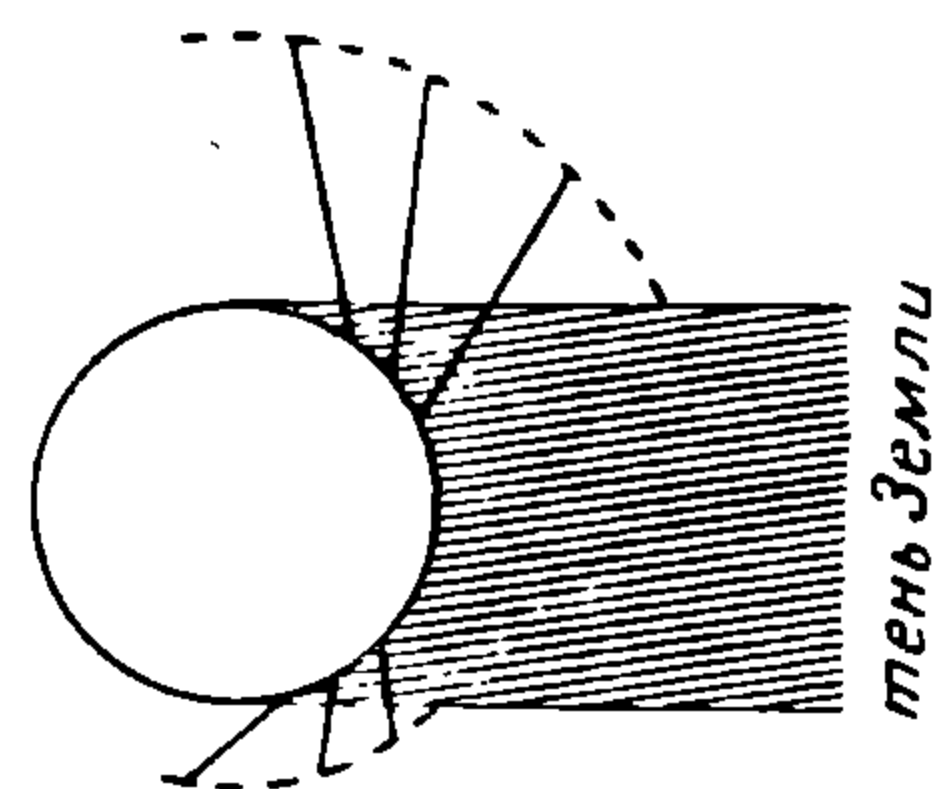


Рис. 5. Схема околоземного водородного диска. Вид с Северного полюса эклиптики. Сплошными линиями показаны направления, по которым ориентирован прибор

Тральный прибор несколько размывает наблюдаемую картину, может произойти уменьшение интенсивности линии H_{α} . На приборе с невысокой разрешающей силой линию H_{α} на фоне Зодиакального света, по-видимому, невозможно обнаружить.

Таким образом, наблюдения показали, что околоземной водород, распределение которого до сих пор считалось симметричным относительно центра Земли (сферическое) или оси Земля — Солнце (ци-

линдрическое), на самом деле показывает значительную концентрацию к плоскости нашей планетной системы. Дальнейшие исследования позволят более подробно изучить это интересное образование — газовый околоземной диск.

П. В. Щеглов

Кандидат физико-математических наук

*Государственный астрономический институт
им. П. К. Штернберга (Москва)*

ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ И ПОИСКИ БОГАТЫХ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ

Кто из нас не встречал в степи или тайге, на возвышенностях или в долинах устремленные ввысь ажурные сооружения из металла? Они, как сказочные богатыри, высокие и стройные, видны за десятки километров. Это — вышки буровых скважин, ищущих в глубоких недрах нефть и газ.

Выбор места заложения, особенно первых, так называемых опорных или поисково-разведочных скважин, — одна из самых сложных задач геологов. Разнообразные геологические, геофизические, геохимические и другие исследования по целому ряду признаков должны предварительно определить наиболее вероятное местонахождение залежей «черного и голубого золота». Но не все поисково-разведочные скважины всегда бывают результативными, а ведь

бурение глубоких скважин обходится в сотни тысяч рублей.

Непременным условием для заложения новых поисковых скважин в настоящее время считается существование локальных поднятий в земной коре, или антиклинальных структур. Для выявления самих структур применяются геофизические методы разведки и структурное бурение. После установления и оконтуривания структуры она подвергается глубокой разведке опять-таки при помощи буровых скважин. Однако далеко не все из выявленных структур содержат месторождения нефти и газа, а при выборе мест для разбуривания до сих пор главное внимание обращается на структуру и весьма мало на ту историческую (палеогеографическую) обстановку, в которой происходило формирование нефтегазовых пород.

Для того чтобы максимально сократить непроизводительные расходы и повысить эффективность бурения, прежде всего необходимо знать закономерности размещения залежей нефти и газа. Зная их, можно более обоснованно определять направление поисковых и разведочных работ.

Детальное изучение условий накопления песчано-глинистых осадков нижнекаменноугольного возраста Волго-Уральской нефтегазоносной области позволило восстановить физико-географическую обстановку, при которой происходило образование нефти и формирование этих осадков, т. е. палеогеографию. А это значит, что удалось установить древнюю береговую линию между сушей и морем. Определен и сам характер морского бассейна и омывавшей им суши. Кроме того, выявлено несколько крупных долин и дельт древних рек, впадавших в море.

По современным научным воззрениям, нефть образуется преимущественно в зоне прибрежно-морской отмели, а затем постепенно накапливается в пористых и хорошо проницаемых породах. При этом промышленные скопления чаще всего приурочены

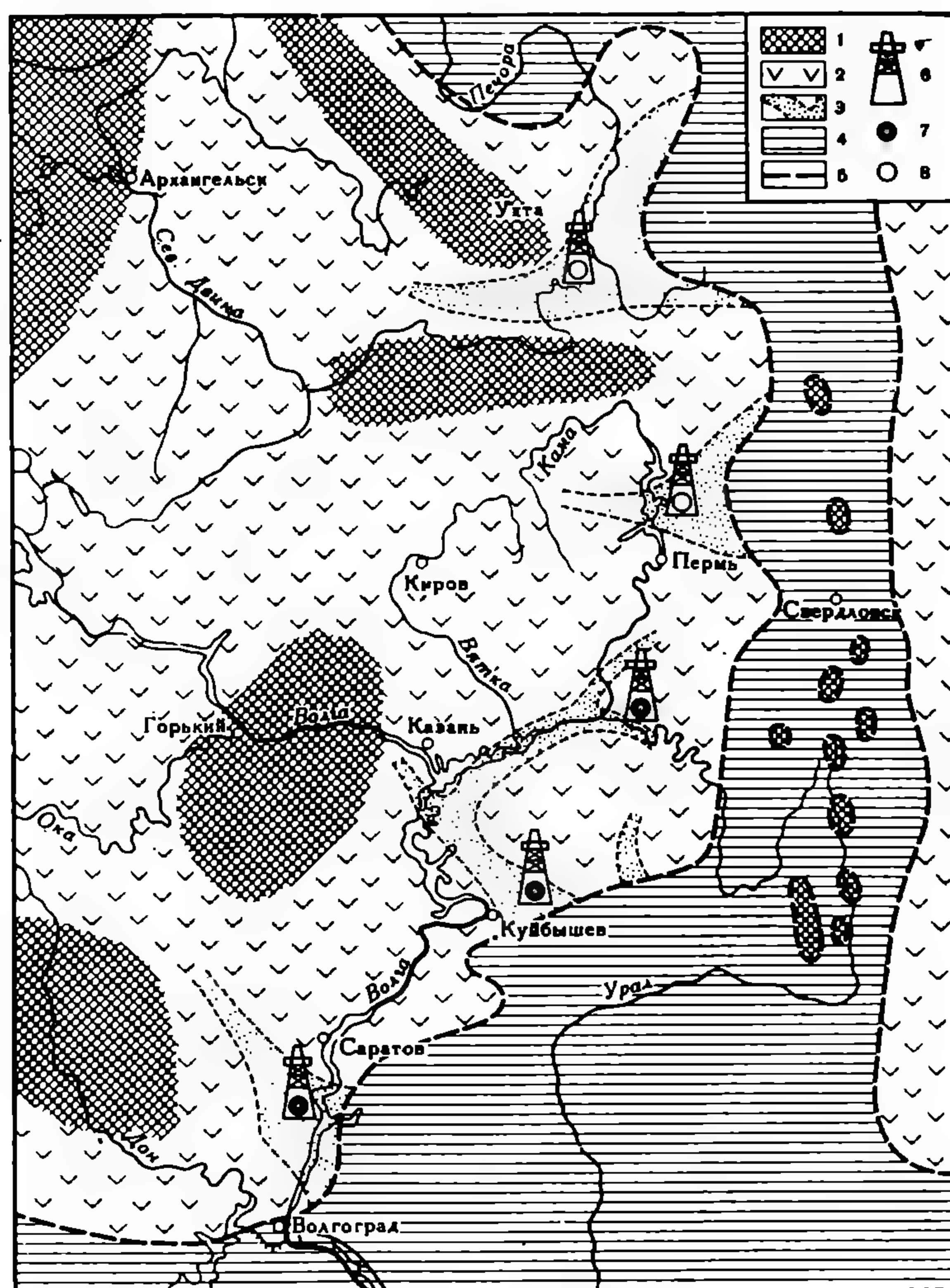


Буровая скважина в Жигулях

к погребенным среди непроницаемых глин песчаным отложениям побережья и особенно к мощным толщам, образованным древними речными руслами и их дельтами. Вот почему такое важное значение и в научном, и в практическом отношении имеет палеогеография.

На основе анализа полученных палеогеографических данных и распространения уже открытых многочисленных залежей нефти и газа в продуктивной толще¹ нижнего карбона Урало-Поволжья установлена основная закономерность размещения в ней нефти от Тимано-Печорского Приуралья до Волгоградского Поволжья.

Прежде всего, нефтяные месторождения распространяются вдоль побережья древнего моря, причем наиболее богатые залежи обычно встречаются в отложениях речных русел и их дельт. Происходит это потому, что в прибрежной части морского бассейна складываются весьма благоприятные условия для интенсивного развития органического мира — простейших водорослей и микроорганизмов, составляющих главную массу планктона, а также бактерий. Следует отметить особую роль последних в общем балансе органики современных морей². Велико значение и подводной растительности: только одни морские водоросли путем фотосинтеза накапливают органического вещества в 4—5 раз больше наземных растений. Огромная масса органических остатков смешивается с минеральным материалом прибрежных морских осадков, в которых вне доступа свободного кислорода и образуется нефть. Затем под воздействием главным образом подземных вод она перемещается в песчаные отложения побережья, где и происходит формирование залежей. Эти прибрежные зоны нефтегазонакопления, шириной в



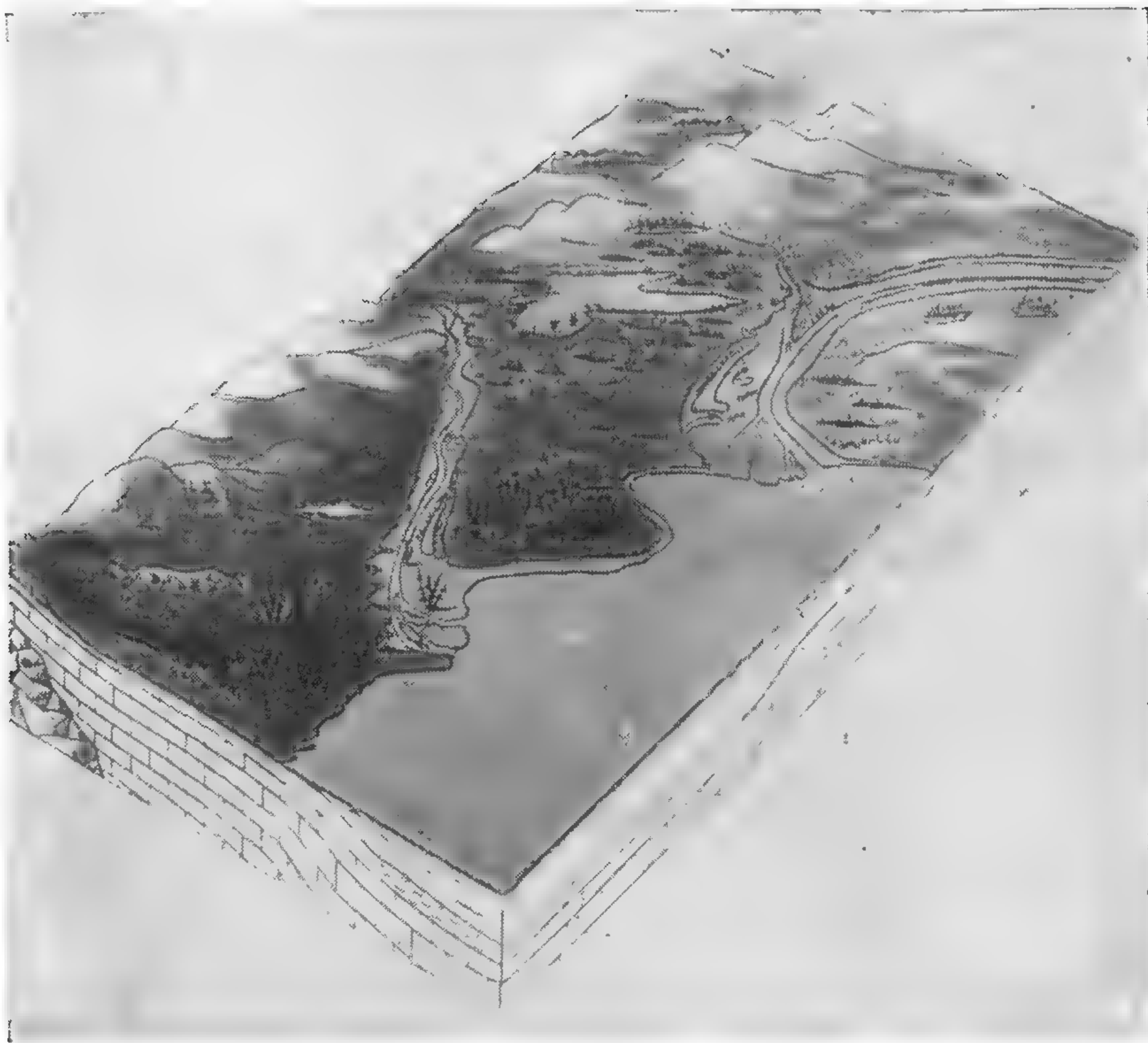
Палеогеография времени накопления продуктивной толщи нижнего карбона Волго-Уральской нефтегазоносной области. Повышенные участки палеорельефа (1); низинная равнина (2); речные долины и дельты (3); морской бассейн (4); береговая линия (5); площади богатых залежей нефти (6); установленные залежи (7); предполагаемые залежи (8)

несколько сот километров, протягиваются на тысячи километров. Но даже в такой зоне залежи нефти и газа распределяются неравномерно. Наибольшая концентрация их наблюдается преимущественно на территории, сложенной осадками древних дельт там, где накопились мощные линзы и пласты песчаников, способных аккумулировать значительные количества нефти и газа.

Следовательно, учитывая установленную закономерность, можно не просто искать нефть или газ, а основываясь на палеогеографических критериях закладывать поисково-разведочные скважины специально для выявления богатых месторождений этих горючих ископаемых. И такая возможность тем больше, чем детальнее восстановлена палеогеогра-

¹ Продуктивная толща — толща осадочных отложений, содержащая полезное ископаемое.

² Например, биомасса северной части Каспийского моря состоит на 61% из бактерий, более чем на 30% из фитопланктона и только около 8% приходится на всех животных обитателей моря. Из годовой продукции Черного моря на бактерии, живущие в воде и в придонном иле, приходится свыше 86% (С. В. Бруевич и др., 1947).



Палеогеографическая схема. Древний ландшафт Среднего и Нижнего Поволжья в нижне-каменноугольное время, когда образовывалась продуктивная толща и ее нефтяные залежи. Отчетливо видны выявленные довольно крупные дельты

фическая обстановка отдельных моментов геологической истории на той или иной нефтегазонасной территории.

Как показывает нефтепромысловая практика, именно к дельтовым осадкам приурочены богатейшие скопления нефти и газа. Достаточно указать на уникальное Ромашкинское месторождение нефти в Татарии, на такие богатейшие нефтяные районы как Мухановский и Дмитриевский в Куйбышевском Заволжье, Туймазинский и Арланский в Башкирии, Каменноложско-Яринский в Пермском Приуралье, ряд районов Волгоградского Поволжья. Все они связаны с отложениями дельтовых или русловых песчаников. Продуктивные толщи Бакинских и других нефтепромысловых районов в большинстве случаев также относятся к дельтовым отложениям.

Одна из богатейших нефтеносных областей Западного полушария — это территория, примыкающая к Мексиканскому заливу. И здесь в формировании залежей нефти исключительно важную роль сыграло древнее речное устье Миссисипи. Известный Восточно-Венесуэльский нефтеносный бассейн, в пределах которого располагается дельта р. Ориноко, также представляет собой серию древних дельтовых образований.

Самое примечательное в нефтегазонасных площадях, сложенных дельтовыми осадками, не только их высокий дебит, но и то, что этот тип природных резервуаров топлива зависит от литологических особенностей разреза горных пород и не связан с локальными антиклинальными поднятиями. Однако до сих пор поискам таких месторождений уделяется крайне мало внимания¹.

Геологам хорошо известно, что литологические свойства пород при формировании нефтяных месторождений играли не меньшую роль, чем тектоника. «Тектоника создает пути и направления для мигрирующей (передвигающейся — Н. М.) нефти, создала формы, пригодные для скопления нефти, а литология создает самые резервуары, которые собирают в себе нефть, образуя ее залежи», — учил И. М. Губкин. Вот почему мы считаем, что там, где есть мощные русло-дельтовые отложения, можно и

нужно приступить к поискам и разведке богатых, в том числе и литологических, залежей нефти и газа.

Известно, например, что к настоящему времени в мире (без социалистических стран) открыто около 10 тыс. залежей нефти и газа, из которых только в 239 сосредоточено до 82% всех выявленных запасов. Так, в США из более чем 5 тыс. месторождений нефти и газа на долю лишь 185 приходится примерно половина всей добычи. Это подтверждает существование в природе участков максимальной концентрации горючих ископаемых. И к таким участкам, содержащим наряду со структурными и литологические залежи нефти и газа, прежде всего относятся зоны распространения отложений древних дельт, которые выявляются при восстановлении палеогеографии.

Н. И. Марковский
Кандидат геолого-минералогических наук
Москва

¹ Еще в 1911 г. И. М. Губкиным в Грозненском районе был открыт и описан подобный «рукавообразный» тип нефтяных залежей. В США половина промышленных запасов нефти принадлежит именно к залежам литологического типа и в настоящее время из них ежегодно добывается более 100 млн. т нефти. Рассматривая в своих трудах так называемые «шнурковые» залежи нефти в США, И. М. Губкин считал, что и на беспредельных просторах нашей Родины мы найдем условия залегания нефти, аналогичные тем, какие встречаются в Америке.

«МЕРТВАЯ ВОДА» В ОКЕАНЕ

Морякам, плавающим в морях и океанах, иногда приходится сталкиваться со странным явлением — «мертвой водой». Внезапно, без каких-либо видимых причин, сопротивление кораблю сильно возрастает и скорость его резко падает. Обычно это случается в северных морях, в каналах и фьордах, а также в устьях некоторых рек, впадающих в море.

В дневниках Ф. Нансена сохранилось описание «мертвой воды», которая в течение шести дней преследовала «Фрам» в районе Таймыра. «Здесь, — писал Ф. Нансен, — мы имели случай заняться исследованием этого явления более тщательно, чем желали бы.

...Мы поворачивали в разные стороны, кружили, делали все возможные повороты, но ничто не помогало. Как только останавливали машину, так точно что-то засасывало корабль назад»¹.

Первая попытка собрать и обобщить отдельные сведения о «мертвой воде» принадлежит известному норвежскому ученому В. Экману. С этой целью он произвел опрос, непосредственно и через газеты, большого числа моряков, плавающих в различных морях земного шара. Результаты были опубликованы в 1904 г.² Оказалось, что «мертвая вода» часто встречается в норвежских фьордах и вообще хорошо известна в Скандинавии. По свидетельствам моряков, «мертвую воду» приходилось наблюдать в Каттегате, в устье р. Святого Лаврентия в Северной Америке, в устьях больших рек Южной Америки, в Средиземном море, в Мексиканском заливе. Есть указания на то, что «мертвая вода» обнаруживалась у Мурманского побережья, в Баффиновом заливе, вблизи Лабрадора, слабо проявляется в Финском заливе. При этом в большинстве случаев сток пресной воды — в результате ли таяния льда и снега или впадения в море реки — происходит не на прямой береговой линии, или в области, скажем, мыса, а в развитое устье реки (эстуарий) или в морскую бухту. При опросе моряков В. Экман получил также сообщения о «мертвой воде» в устьях некоторых рек Африки, Европы и Азии.

Описывая это явление самым различным образом, все моряки сходились в том, что оно существует только в тех районах, где море покрыто пресной или слегка солоноватой водой. Но они не могли объяснить причину возникновения большого сопротивления, испытываемого кораблем, не могли понять, почему в одном и том же месте одно судно

попадает в «мертвую воду», а другое не попадает; почему в некоторых случаях, кроме потери скорости, корабль теряет и управление — перестает слушаться руля; почему при морских бризах на большие корабли «мертвая вода» влияет сильнее, чем при береговых бризах.

На все эти вопросы трудно было ответить без детального изучения самого явления. Постановка эксперимента, воспроизводящего «мертвую воду», очень трудоемка и требует большой аккуратности. Очевидно поэтому была всего лишь одна попытка создания «мертвой воды» в лабораторных условиях, которая также принадлежала В. Экману.



Рис. 1. Последовательные фотографии внутренних волн, образованных на границе пресной и соленой воды при разных скоростях движения модели корабля в экспериментальном лотке. Пресная вода зачернена. Стрелкой указано движение модели. Видно, что на поверхности воды практически никаких волн нет, а на границе раздела существуют волны значительной амплитуды

¹ Ф. Нансен. Среди льдов и во мраке ночи, СПб, 1903, стр. 37.

² См. V. W. Ekman. On dead water. «Scientific Results of the Norwegian North Polar Expedition», v. 5, 1904, № 15.

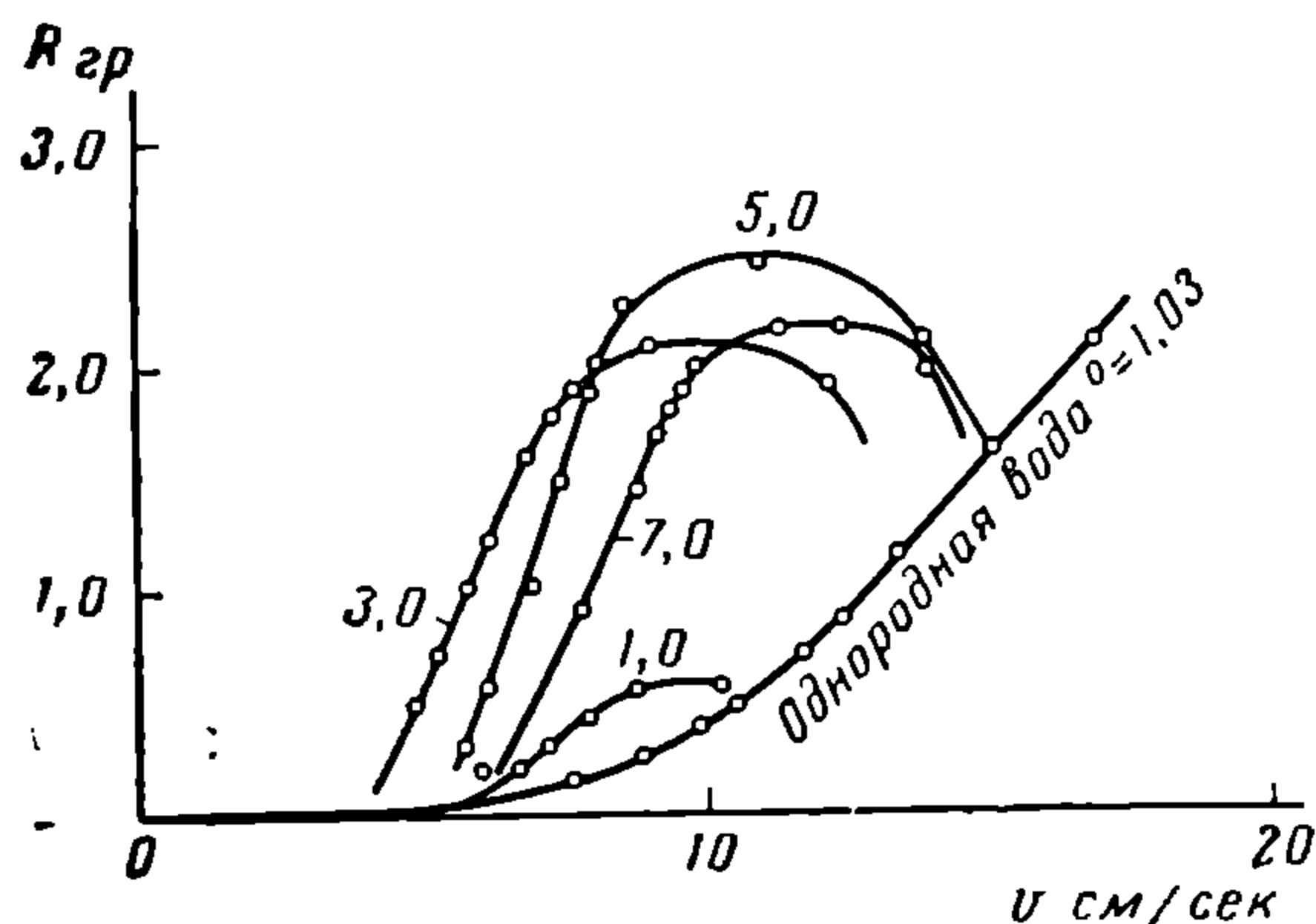


Рис. 2. Зависимость сопротивления движения модели корабля от скорости движения. Цифры над кривыми — глубина пресного слоя воды (в см)

В настоящее время большое число работ теоретического характера и результаты, полученные нами еще в 1958 г.¹, позволяют дать достаточно хорошее объяснение этого явления. Оказывается, что потеря скорости у корабля в «мертвой воде» происходит из-за образования волн на поверхности раздела пресной и соленой воды (рис. 1). Существование таких волн подтверждается явлением, часто наблюдаемым в норвежских фиордах: корабли, продвигаясь в «мертвой воде», оставляют за собой на поверхности волны обычной амплитуды, но тем не менее лодки, крепко привязанные к берегу, иногда срываются, точно при большом волнении. Это объясняется тем, что к ним по поверхности раздела подходит волна значительной амплитуды. Образование таких внутренних волн и приводит к тому, что корабль в области, охваченной «мертвой водой», испытывает значительно большее сопротивление, чем в однородной воде.

Исследования показали, что степень влияния «мертвой воды» на корабль зависит, в основном, от глубины верхнего пресного слоя, глубины нижнего соленого слоя, а также разности плотностей между верхним и нижним слоями (рис. 2). При этом оказывается, что сопротивление кораблю тем больше, чем ближе глубина пресного слоя к осадке корабля. При глубине пресного слоя большей или меньшей, чем осадка, сопротивление кораблю в «мертвой воде» уменьшается. Увеличение разности плотностей между верхним и нижним слоями ведет к общему увеличению сопротивления движению корабля. Однако в природных условиях разность плотностей верхнего и нижнего слоев практически остается постоянной и колеблется в пределах от 0,025 до 0,03.

¹ См. Е. А. Никитина. Сопротивление судам в «мертвой воде». Известия АН СССР, ОТН, Механика и машиностроение, 1959, № 1.

Теоретическими и экспериментальными работами доказано, что существуют такие критические скорости внутренних волн, при которых корабль в «мертвой воде» испытывает наибольшее сопротивление. Оказывается, сопротивление в «мертвой воде» при критических скоростях может быть в девять раз больше сопротивления в однородной воде. Согласно теоретическим расчетам, при разности плотностей между верхней и нижней жидкостями, равной 0,03, амплитуда внутренних волн почти в 40 раз превышает амплитуду поверхностных волн.

«Мертвая вода» в каждом случае по-разному влияет на корабли с различными осадкой и водоизмещением. Если осадка корабля близка к глубине пресного слоя, то и сопротивление этого корабля будет больше.

Корабль, который, кроме потери скорости, теряет и управление, находится не только под воздействием «мертвой воды», но и под воздействием течений, — сама по себе «мертвая вода» не должна оказывать влияния на направление движения корабля.

Усиление влияния «мертвой воды» на корабли больших размеров при морских бризах объясняется просто. При морском бризе, очевидно, поверхностная пресная вода подгоняется к берегу и глубина пресного слоя увеличивается. Поэтому корабли больших размеров, т. е. с большей осадкой, начинают испытывать все неприятности, связанные с явлением «мертвой воды», в то время как корабли с малой осадкой начинают освобождаться от них.

В связи с тем, что «мертвая вода» издавна представляла собой серьезное препятствие для продвижения кораблей, моряки предпринимали самые различные меры, чтобы освободиться от нее, но в большинстве случаев все их попытки оканчивались неудачей. Только два способа изредка приводили к желаемому результату. Это, во-первых, внезапная остановка корабля, а затем придание ему полной скорости, но уже после того, как волны «мертвой воды» (внутренние волны на границе раздела слоев) затухли. Второй способ применялся при движении судна за буксиром. В этом случае делали по возможности более короткий буксирный канат, и тогда буксир как бы размешивал воду вокруг судна.

После детального исследования явления «мертвой воды», как теоретически, так и экспериментально, можно вполне определенно сказать, что корабль, захваченный «мертвой водой», освободится от нее, если будет идти со скоростью, превышающей критическую скорость внутренних волн. В связи с тем, что значение этой скорости для различных условий на море — разной глубине пресного слоя и разных соотношений плотностей (от 0,025 до 0,03) между верхней и нижней жидкостями — достаточно мало, то можно сказать, что любой корабль окажется вне

влияния «мертвой воды», если его скорость будет превышать два или три узла, считая, что дно моря практически бесконечно удалено.

Однако если фарватер неглубок, значение скорости, при которой корабль не будет испытывать влияния «мертвой воды», возрастает. При глубине пресного слоя такой же, как соленого, эта скорость превышает три-четыре узла. Поэтому вполне естественно, что близ берегов или в связанных с морем каналах, где глубина невелика, корабли могут подвергаться влиянию «мертвой воды». Для того чтобы этого не происходило, они должны идти со скоростью большей, чем четыре узла.

Области «мертвой воды» в морях, омывающих берега Советского Союза, можно предполагать в основном в северных и восточных морях, где весной интенсивное таяние льда вызывает образование верхнего менее плотного слоя пресной или солоно-

ватой воды. «Мертвая вода», по-видимому, может проявляться также в устьях некоторых рек, конфигурация которых дает возможность пресной воде задерживаться на поверхности.

Специфика расположения «мертвой воды» в районе изрезанных фиордов и берегов свидетельствует о том, что даже большие корабли, обладающие значительными осадкой и водоизмещением и развивающие в открытом море скорость до 12—15 узлов, могут подвергаться ее влиянию, так как вблизи берега они двигаются со значительно меньшей скоростью.

Большую помощь мореплавателям оказало бы как всестороннее исследование «мертвой воды», так, по возможности, и составление карт ее местоположения.

Е. А. Никитина
Морской гидрофизический институт

ПРЯМОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ТЕПЛОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

При изучении влияния теплового излучения на различные характеристики материалов необходимо точно измерять его интенсивность. Различные типы болометров и термопар оказались для этих целей недостаточно полными. Поэтому в настоящее время разработан ряд приборов, получивших общее название радиометров, которые позволяют точно измерять эту величину в сравнительно широком диапазоне.

На рисунке показана схема радиометра¹, с помощью которого были произведены измерения интенсивности теплового излучения в диапазоне $1 \div 100 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{сек}$.

На тонкую фольгу из константан (1) через окно в верхней крышке (2) прибора падает тепловое излучение. Для максимального поглощения наружная поверхность фольги покрывается тонким слоем сажи. Фольга прижимается крышкой прибора к медному корпусу (3), который поддерживается при постоянной температуре. Величина ЭДС ли-

нейно зависит от интенсивности теплового излучения, падающего на фольгу, что позволяет после предварительной градуировки точно ее измерять.

Измерения, проведенные на приборе данного типа, показали, что его чувствительность, зависящая от площади и толщины фольги, равна $0,183 \frac{R^2}{d}$ (где R — радиус фольги, d — ее толщина). При применении константановых фольг толщиной $d = 0,0025 \text{ см}$, медной проволоки диаметром $0,0126 \text{ см}$ и диаметра отверстия $0,315 \text{ см}$, чувствительность прибора оказалась равной

$$\alpha = 2,17 \frac{mv}{\text{кал/см}^2 \cdot \text{сек}}.$$

При измерении интенсивностей теплового излучения менее $1 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{сек}$ на чувствительность прибора оказывает заметное влияние движение воздуха в районе фольги. Для исключения этого влияния отверстие в верхней крышке закрывается тонкой слюдой, пропускающей инфракрасное излучение. При измерении тепловых излучений в диапазоне

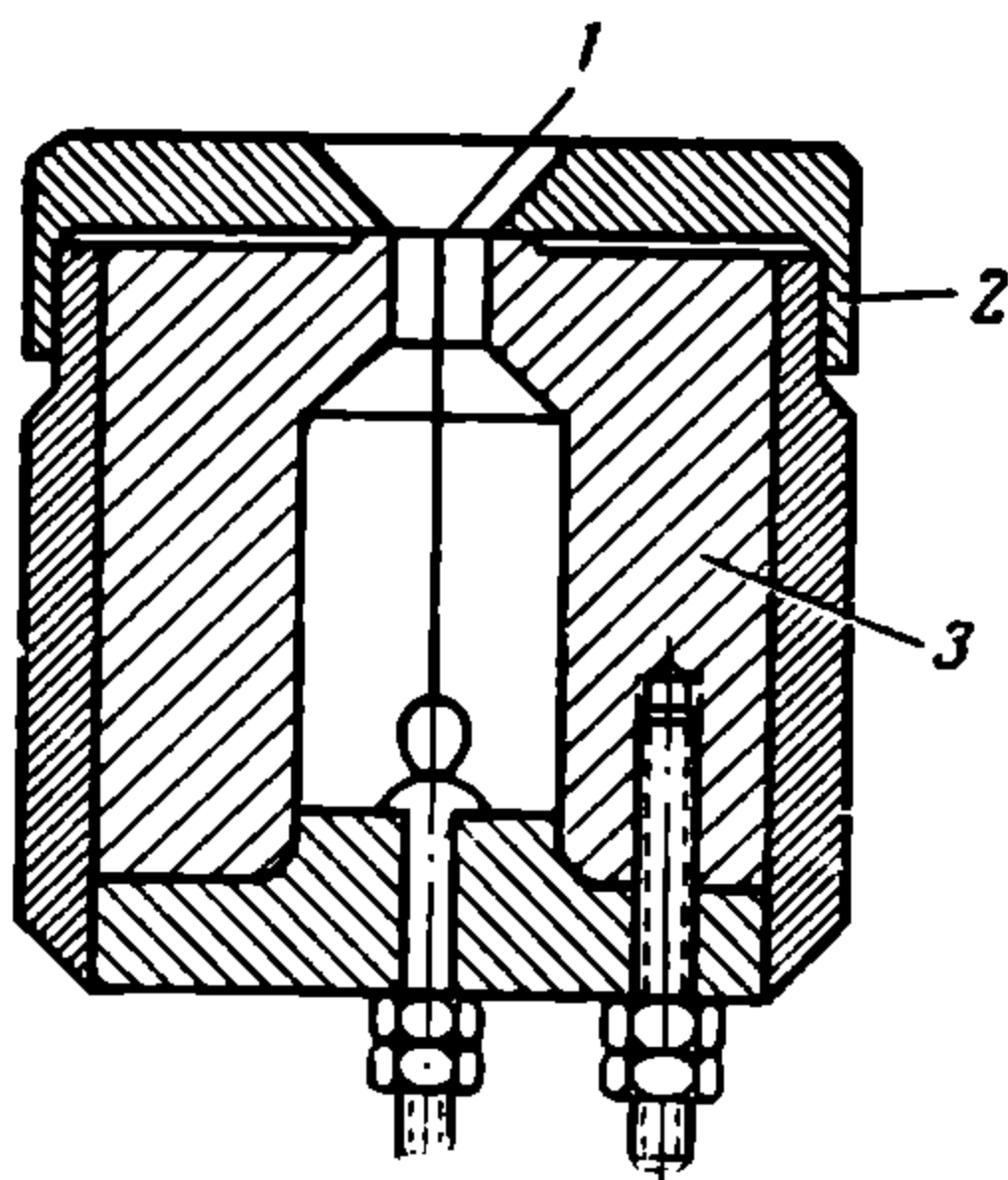


Схема радиометра для измерения теплового потока (обозначения в тексте)

¹ Принцип действия радиометра основан на нагреве тепловым потоком тонкой исчерненной фольги и измерении повышения ее температуры термопарами.

0,01÷1,5 кал/см²·сек: константановая фольга была заменена двумя золотыми пластинками¹. Одна из фольг монтировалась напротив отверстия и ее наружная поверхность чернилась сажей; вторая фольга ставилась под верхней крышкой и таким образом была изолирована от воздействия теплового излучения. Разность температур между фольгами измерялась хромо-константановой термопарой. Корпус прибора охлаждался водой. В некоторых радиометрах вместо фольг в качестве чувствительных элементов применяются несколько последовательно соединенных медь-константановых термопар, причем половина спаев монтируется на одной прямой напротив центрального отверстия и их поверхность чернится

¹ В данной конструкции спай константановой фольги с медью представляет собой холодный конец термопары, а спай медной проволоки с константаном фольги в ее центре — горячий конец.

(«горячие спаи») и половина спаев располагается под охлаждаемой до необходимой температуры крышкой («холодные спаи»).

Радиометрами такой конструкции были измерены интенсивности теплового излучения в диапазоне 3÷8 кал/см²·сек. Они получили широкое применение и в лабораторных исследованиях. Так, при их помощи были определены величины максимального допустимого теплового излучения, которое выдерживают различные органические соединения, выяснены вопросы о влиянии теплового излучения на различные характеристики материалов, определены величины интенсивностей теплового излучения различных тел и распределение теплового излучения Солнца на некоторых участках земной поверхности.

Н. С. Б а б а е в
Москва

УДИВИТЕЛЬНЫЙ МИР РУКОКРЫЛЫХ

Рукокрылые (Chiroptera) — единственные млекопитающие, обладающие способностью летать. Исключительное своеобразие этих животных выделило их в особый отряд.

Самое интересное в строении их тела — это уши и, конечно, крылья. Пальцы на передних лапах (кроме первого) сильно вытянуты и затянуты тонкой летательной перепонкой, соединенной также с задними конечностями и хвостом. Крылья снабжены маленькими, но очень мощными мускулами, с помощью которых животное может складывать их во время отдыха. Мускулы эти связаны с плечевой костью, лопаткой и грудной клеткой. У всех видов рукокрылых сильно увеличены ушные раковины и обострен слух. Глаза большей частью певелики (за исключением некоторых видов, как, например, у крылана рыжей вечерницы, у так называемых летучих лисиц и др.). Видят летучие мыши плохо как днем, так и ночью.

Обитают они во всех странах, кроме Антарктиды и некоторых очень отдаленных от материка островов. В Северном полушарии некоторые виды появляются даже у Полярного круга. В Новой Зеландии (где почти совершенно отсутствуют другие млекопитающие) обитают два специфических вида рукокрылых.

Летают эти животные с различной быстротой. Некоторые достигают скорости до 4,3 м в секунду.

Большинство из них питается насекомыми; однако в неевропейских странах, наряду с насекомояд-

ными, обитают и другие виды рукокрылых: плодоядные, рыбающие и кровососы.

Подотряд крыланов — это крупные рукокрылые, обитающие в тропических лесах. Днем они массами висят на деревьях вниз головой, уцепившись ногами за ветви, ночью же большими стаями налетают на фруктовые сады, устраивая в них настоящие разгромы, обрывая и высасывая самые сочные плоды. К утру они возвращаются к месту своего постоянного обитания. В Африке, Азии и Океании живут родственные крылану длинноязычные, которые питаются пыльцой и нектаром цветов, извлекая его своим удлинённым языком из самой глубины венчика.

В Индии наблюдается большое разнообразие рукокрылых: здесь и ушаны (с громадными торчащими ушами), и летучие собаки, с размахом крыльев до 1,5 м. Питаются они самой разнообразной пищей: насекомыми, лягушками, птицами, ящерицами и даже другими летучими мышами.

В Южной Америке распространены рыбающие летучие мыши, которые могут держаться на воде и ловить на мелководье рыбу. Там же встречается род десмодус, питающийся исключительно кровью крупных зверей и людей. Нападают вампиры обычно ночью на спящую жертву, прокусывают своими очень тонкими и острыми резцами кожу и затем пьют кровь. Десмодус очень опасен, так как может перенести любую инфекцию: столбняк, бешенство, желтую лихорадку.

Детеныши у рукокрылых появляются весной, чаще один, иногда и два. Родятся они слепыми и 5—7 дней висят, прикрепившись зубами к телу матери. Но растут очень быстро и к концу лета они обычно уже вполне развиты, питаются и совершают самостоятельно дальние перелеты. В тропиках эти животные размножаются два раза в год.

Самое замечательное в биологии рукокрылых—это их способность ориентироваться в темноте. Известно, что лишившись зрения, они не теряют своей способности летать в пространстве, не натыкаясь на препятствия. В полете они ориентируются, испуская ультразвуки, отражение которых воспринимают своими сверхчувствительными ушными раковинами. Таким образом голосовой аппарат и органы слуха образуют функционально единую локационную систему. Своей своеобразной звуколокацией летучие мыши пользуются и при выслеживании добычи.

Подковоносы (*Rhinolophidae*) пользуются несколько другим методом: они поворачивают голову то в одну, то в другую сторону. Ультразвуковые волны, выходящие из гортани, передаются через ноздри, которые благодаря своей вогнутой форме, разделяют равномерно (вправо и влево) двойной ультразвуковой пучок; волны его пересекаются прямо перед носом животного. Если животное направит свои большие уши по двум разным направлениям, то оно получит два сигнала эхо неодинаковой напряженности. Сравнивая два полученных восприятия, животное точно определяет расстояние до отражающих звук препятствий.

Рукокрылые мигрируют точно так же, как птицы. В умеренном климате они совершают сезонные перелеты и в подходящих по температурному режиму и влажности убежищах впадают в зимнюю спячку. Осенью, до впадения в спячку, они усиленно питаются, запасаясь жиром на зиму, и до весны живут за счет накопленного жирового слоя. Для спячки эти животные выбирают неизменно темные,



Плодоядные рукокрылые — крыланы во время отдыха

влажные места. Обычно таким местом служат пещеры.

Рукокрылые умеют плавать, передвигаясь по воде как бы «брасом», выбрасывая попеременно свои передние конечности вперед. Таким образом, орган, предназначенный для полета, пригоден и для плавательных движений.

Появление первых летучих мышей относится к началу третичного периода. Так как ископаемые экземпляры очень сходны с современными, трудно понять, каким образом млекопитающие типа «обыкновенных» четвероногих могли с течением времени превратиться в летающих. Возможно, что предки рукокрылых были похожи на тагуана, живущего в Индокитае, на Филиппинах, и в Индонезии, имеющего много общего с насекомоядными рукокрылыми и приматами. Тагуан снабжен боковой мембраной, протянутой между конечностями, но передние пальцы не похожи на удлиненные пальцы рукокрылых.

Рукокрылые, эти редчайшие и удивительнейшие из животных, еще ждут своего детального изучения.

А л е н О б е р

Сокращенный перевод из французского журнала «La vie des bêtes» («Жизнь животных»), № 51, октябрь 1962 г.

БАТИСКАФ ГА-2000

Проект нового глубоководного автономного аппарата — батискафа ГА-2000 разработан группой научных сотрудников Ленинградского проектного института Гипрорыбфлот. Новый батискаф представляет собой сооружение в виде эллипса с возвышающейся над ним рубкой. Особое внимание уделено системам, обеспечивающим полную безопасность погружения аппарата, для чего предусмотрено три средства всплытия. В первом случае всплытие может быть осуществлено за счет продувки балластных цистерн, подобно тому, как это бывает у подводных лодок. Другим средством, обеспечивающим всплытие, служит балласт (сыпучий груз — дробь). Освобождаясь от него, корабль получает необходимый дополнительный запас плавучести и всплывает на поверхность. Всплытие может осуществиться и за счет энергии аккумуляторных батарей. Для аварийного случая предусмотрен аварийный балласт — чугунные плитки.

Экипаж батискафа состоит из двух человек — штурмана и наблюдателя. Глубина погружения глубоководного аппарата — 2000 м. Предполагается, что строительство батискафа ГА-2000 будет осуществлено не позднее 1965 г. *«НТО СССР», 1963, № 4, стр. 50—52.*

ИНФРАКРАСНАЯ ТЕЛЕВИЗИОННАЯ КАМЕРА

В Германской Демократической Республике созданы телевизионные камеры, которые могут найти широкое применение в промышленном производстве.

На Лейпцигской ярмарке 1963 года демонстрировалась инфракрасная телевизионная камера, сконструированная на трубке типа «ИК-ЭНДИКОН». Благодаря высокой чувствительности к ин-

ОБЩЕЕ СОБРАНИЕ АКАДЕМИИ НАУК СССР

1—4 июля 1963 г. состоялось Общее собрание Академии наук СССР. Собрание заслушало и обсудило доклад вице-президента Академии наук СССР академика П. Н. Федосеева «Наука и идеологическая жизнь». Июньский Пленум ЦК КПСС, сказал докладчик, — это важная веха в истории борьбы за коммунизм, за новые победы нашего научного мировоззрения — марксизма-ленинизма. Нет такой научной деятельности, которая прямо или косвенно не была бы связана с идеологией. Наука, как и всякая другая область общественной жизни, общественного сознания, является ныне ареной острых идеологических битв. На большом числе примеров докладчик показал враждебность современной буржуазной философии развитию естественно-научного познания, стремление империализма использовать результаты научных исследований в чужеземных целях.

Для советских ученых верным ориентиром служит ленинское философское наследие. Завещанный Лениным союз естествоиспытателей и философов приобрел огромную роль в разработке методологических вопросов науки. Наука все больше становится непосредственной производительной силой. В то же время прогресс науки все успешнее утверждает основы научного, диалектико-материалистического миропонимания. Неуклонно нарастает кристаллизация идей материалистической диалектики во всех областях современных наук. Сложнейшие проблемы науки — происхождение звезд и планет, возникновение и сущность жизни и другие «мировые загадки», которые долгие годы служили объектом мистических спекуляций, теперь успешно разрешаются. В этом заключено огромное идеологическое содержание науки.

Главное сейчас — поднять ответственность научных работников и за теоретическую разработку, и за практическое решение назревших проблем нашей жизни. Важнейшее требование Программы КПСС — это творческий подход к науке, непрестанная забота о ее развитии и обогащении, о повышении ее действенности. Занять ведущее положение в мировой науке по всем основным направлениям — таков патристический девиз советских ученых.

В решении, принятом по докладу «Наука и идеологическая жизнь», говорится, что Общее собрание Академии наук СССР горячо одобряет решения июньского Пленума ЦК КПСС и считает необходимым положить их в основу всей своей работы. Общее собрание признало важнейшей задачей всех научных учреждений и ученых активное содействие партии в идеологической работе, всемерное усиление роли науки в развитии коммунистического мировоззрения, в идейном, научном воспитании народа.

Общее собрание АН СССР обсудило ряд организационных вопросов.

Утверждены новый устав и новая структура Академии наук СССР. В Академии созданы специализированные отделения, призванные руководить основными направлениями науки и объединяющие ученых, работающих в одном и том же направлении.

Общее собрание утвердило в составе Академии 15 отделений:

— отделение математики (все направления математической науки, в частности развитие методов вычислительной математики, теоретических основ кибернетики и логических основ теории вычислительных машин);

— отделение общей и прикладной физики (исследования по физике твердого тела, жидкости и газов, оптике, акустике, радиофизике и электронике, а также астрономии и астрофизике);

— отделение ядерной физики (физика атомного ядра, физика элементарных частиц и космических лучей);

— отделение физико-технических проблем энергетики (исследования в области методов получения и преобразования энергии);

— отделение наук о Земле (науки о строении земной коры, разработка методов добычи полезных ископаемых, исследования морей и океанов, физика атмосферы и физическая география);

— отделение механики и процессов управления (исследования в области механики, теории машин, теории и техники процессов управления);

— отделение общей и технической химии (исследования по химии органических и неорганических соединений, в том числе химии полимеров и мономеров, электрохимии, радиохимии и радиационной химии, аналитической химии, химии чистых и сверхчистых веществ);

— отделение физико-химии и технологии неорганических материалов (исследования по металлам и новым металлургическим процессам по новым неорганическим материалам, в том числе материалам для радиотехники и электроники, жаропрочным материалам, стеклам, ситаллам и т. п.);

— отделение биохимии, биофизики и химии, физиологически активных соединений (исследования по физико-химическим основам организации живой материи, физиологически активным веществам, химизации сельского хозяйства, физиологии растений и микробиологии);

— отделение физиологии (исследования по физиологии человека и животных);

— отделение общей биологии;

— отделение истории, отделение философии и права, отделение экономики, отделение литературы и языка, которые остаются в прежнем составе.

Для руководства работой отделений и научных учреждений Академии президиум Академии наук СССР образует три секции президиума: секцию физико-технических и математических наук, секцию химико-технологических и биологических наук, секцию общественных наук.

По новому уставу Академии выборы в академии производятся одновременно — один раз в четыре года. В связи с этим положением устава Общее собрание избрало сроком на четыре года президента Академии, вице-президентов, академиков-секретарей отделений и других членов президиума.

Президентом Академии наук СССР избран академик М. В. Келдыш.

Вице-президентами избраны академики В. А. Кириллин, М. А. Лаврентьев, М. Д. Миллионщиков, Н. Н. Семенов, П. Н. Федосеев.

Главным ученым секретарем Академии наук СССР избран член президиума АН СССР академик Н. М. Сисакян.

Общее собрание утвердило избранных отделениями академиков-

фракрасным лучам при помощи этой камеры можно увидеть, например, человека в затемненном помещении, или читать газету, которая освещается тлеющей сигаретой, находящейся от газеты на расстоянии метра.

*«Urania—Wissen und Leben», 1963,
№ 5, S. 418 (ГДР)*

НИКЕЛЬ И КОБАЛЬТ — ИЗ ШЛАКА

После многолетних лабораторных исследований коллективу научных сотрудников кафедры металлургии Варшавского политехнического института, работающему под руководством проф. К. Весоловского, удалось получить из металлургических шлаков ценные металлы — никель и кобальт.

Новый метод, испытанный в промышленности, дает возможность получать из шлака 35%-ный концентрат металла. При дальнейшей переработке оба металла выделяются в чистом виде, причем используется свыше 90% содержащегося в шлаке металла.

*«Польское обозрение», 1963,
№ 27, стр. 23.*

В БРОНЕ ИЗ ... ЯДА

Бывают такие горькие дни у хлеборобов: пшеница посеяна, а поле «молчит», чернеет голой землей... Подобное нередко наблюдается в холодные затяжные весны, случается это и при слишком ранних, преждевременных посевах. Объясняется все очень просто: попав в неблагоприятные условия, семена не смогли противостоять атакам вредоносной микрофлоры и погибли, сгнили, так и не успев дать ростки, не успев пробиться к дневному свету, к солнцу.

Нетрудно понять, что если бы удалось победить враждебные силы микрофлоры, многие из культур можно было бы значительно продвинуть к северу.

Оригинальный способ предохранения семян от загнивания после посева разработан группой сотрудников проектного института «Гинронефтемаш». Собственно, как спасти семена от порчи, было хорошо известно и рань-

ше — «заковать» каждое зернышко в броню из ядохимикатов. Такая броня и есть защита от микроорганизмов, вызывающих загнивание и гибель семян. Пробовали, например, изготовить «спецодежду» для семян из парафина и даже из жидкого стекла. Однако все ранее известные покрытия не получили широкого распространения, поскольку не всегда оказывались достаточно надежными.

В лаборатории защитных покрытий «Гипронефтемаша» разработаны пленки нового типа — на основе полимерных материалов, получаемых из отходов переработки древесины на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности. Тончайшая пленка толщиной в сотые доли миллиметра делает семена неуязвимыми. При низких температурах в почве до 7—3° агрессивные силы микрофлоры не могут пробить заслон из пленки. При температурах 12° и выше, выполнив свою миссию, покрытие растворяется, и семя пускает ростки.

Технология нанесения таких покрытий несложна: семена при помощи особого распылителя опрыскиваются раствором; защитная пленка формируется настолько быстро, что не требует даже специальной сушки. Обработанные семена буквально через минуту готовы к посеву.

Необычные семена, покрытые броней, с успехом выдержали испытания в ряде колхозов страны. Как показал опыт, особые выгоды сулит использование защитной пленки в хлопководстве, на плантациях сахарной свеклы и королевы полей — кукурузы.

«Изобретатель и рационализатор», 1963, № 4, стр. 22—23

НЕОБЫЧНЫЙ ПАВОДОК НА НИЖНЕМ ДОНУ

Май 1963 г. на Дону ниже Цимлянска был необычным. Тихий Дон вышел из берегов и затопил пойму на многие километры.

В 1952 г. Дон был перегороджен мощной плотинной у Цимлянска. Цимлянское водохранилище аккумулирует почти 24 км³ донской воды. Казалось, пойменные земли Нижнего Дона навсегда будут избавлены от затопления. Но вот весной 1963 г.

секретарей отделений академиков А. А. Арзуманяна, Л. А. Арцимовича, Н. Н. Боголюбова, В. И. Векслера, А. П. Виноградова, Н. М. Жаворонкова, Е. М. Жукова, М. Д. Миллионщикова, А. Н. Несмеянова, Б. Н. Петрова, П. Н. Федосеева, В. Н. Черниговского и М. М. Шемякина.

В состав президиума Академии вошли академики-секретари отделений, академики президенты академий союзных республик и другие видные ученые.

Исполняющими обязанности академиков-секретарей отделений утверждены члены-корреспонденты АН СССР Б. Е. Быховский и М. Б. Храпченко.

С речью к Общему собранию обратился президент Академии наук СССР академик М. В. Келдыш. Значение науки, отметил президент, всегда высоко оценивалось у нас. Принятая XXII съездом КПСС программа строительства коммунизма, как никогда, подняла роль науки в строительстве первого на земле коммунистического общества.

НАУЧНАЯ РАБОТА В ЗАПОВЕДНИКАХ

Сейчас уже нет территорий, которые не подвергались бы воздействию человека. Относится это и к заповедникам, где неизбежно проводятся регулирование численности хищников и охраняемых видов, санитарные рубки леса и т. д.

Заповедное дело, возникшее сравнительно недавно, нашло у нас свои, прогрессивные пути развития и достигло больших успехов. Наши заповедники — это прежде всего научные учреждения, планомерно размещенные в важнейших географических зонах и ландшафтах, призванные проводить постоянные и комплексные исследования природных ресурсов в их естественном состоянии. Следует подчеркнуть, что ни в одной стране мира, кроме нашей, заповедники не имеют статуса научного учреждения со своим постоянным штатом ученых и своим перспективным планом научных исследований. Закон «Об охране природы в РСФСР» (как и в других республиках Советского Союза) предусматривает изъятие территории заповедников из хозяйственного пользования в научно-исследовательских и культурно-просветительных целях.

В настоящее время, после постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по дальнейшему развитию биологической науки и укреплению ее связи с практикой», заповедники обратили особое внимание на решение одной из основных проблем, предусмотренных этим постановлением, а именно проблемы разработки научных основ сохранения и воспроизводства природных ресурсов.

Основная задача заповедников — изучение природных процессов с тем, чтобы управлять природными ресурсами, а это значит учитывать их, рационально использовать, расширенно воспроизводить и сберегать.

На Совещании, которое состоялось 22—25 мая 1963 г. в Воронежском заповеднике, обсуждались задачи и перспективный план научной работы заповедников РСФСР. Заповедники, созданные в развитие ленинских указаний об охране природы, к настоящему времени выполнили большую и полезную работу по изучению, рациональному использованию, обогащению и охране природных ресурсов страны. В заповедниках успешно сберегаются уникальные природные ландшафты большинства зон Европейской части СССР, Кавказа, Сибири,

Урала и Дальнего Востока, большие запасы ценных, редких животных и растений. Достигнуты успехи в деле восстановления численности и расширения ареала многих животных, стоявших в недавнем прошлом на грани полного уничтожения.

Научные труды заповедников вошли ценным вкладом в фонд отечественной биологической науки. Так, общая печатная продукция заповедников превысила 1000 печатных листов, некоторые заповедники выпустили по 10—12 томов Трудов (Воронежский, Печоро-Илычский). Только за 1962 г. заповедниками издано 8 томов Трудов, общим объемом свыше 130 печ. листов. Среди работ, опубликованных в Трудах за последние годы, обращают на себя внимание работы по учету и методам определения запасов промысловых зверей и птиц (Окский заповедник), по экологии и рациональному использованию таких важных промысловых зверей, как лось (Печоро-Илычский, Дарвинский заповедники), по биологии бобра и методам его расселения (Воронежский заповедник) и др. Можно утверждать, что работы такого размаха, объема, научного уровня и практического значения не проводятся ни в одном из заповедников за рубежом.

В научной деятельности заповедников есть еще ряд существенных недостатков, и прежде всего, они еще мало заботятся о внедрении в практику результатов своих исследований. Совещание подчеркнуло, что основным направлением должно быть изучение естественных процессов для разработки путей управления природными ресурсами. Тематика работы каждого заповедника должна строиться, исходя из его физико-географических особенностей и народнохозяйственных задач данного экономического района, при этом нельзя допускать дублирования исследований, выполняемых отраслевыми научно-исследовательскими учреждениями на хозяйственно используемой территории.

Организационные формы научной работы в заповедниках, как показал опыт последних лет, могут иметь двоякий характер: с одной стороны, обязательные стационарные исследования на базе заповедников и прилежащих территорий, с другой — создание тематических лабораторий Главного управления по заповедникам. Для осуществления задач, стоящих перед заповедниками, необходимо создать научный центр (Центральную лабораторию) Главного управления охотничьего хозяйства и заповедников при Совете Министров РСФСР, призванный осуществлять руководство исследовательской работой всех заповедников.

Заповедники и охотничье хозяйство находятся в единой системе управления. Именно в заповедниках, как научных учреждениях, работает основная масса специалистов в области экологии охотничье-промысловых зверей и птиц. Среди научных сотрудников зоологи составляют более половины. Таким образом, заповедники должны решать проблемы управления природными ресурсами и, в первую очередь, в области охотничьего хозяйства. Комплексно разрабатывая методы учета запасов охотничьих животных, определяя емкость угодий, кормовую базу, изучая динамику численности, допустимые нормы эксплуатации и другие проблемы, ученые заповедников должны внедрять их в охотничье хозяйство соответствующей природной зоны. Это, конечно, не исключает необходимость изучения в заповедниках уникальных объектов, таких как зубр, тигр и других памятников природы. В целях повышения уровня научных исследований в заповедниках необходимо шире применять современные методы и технические средства.

Профессор А. Г. Банников
Москва

природа внесла коррективы. Обильные снегопады в верховьях Дона и определенный характер весны обусловили интенсивные паводки. Цимлянское водохранилище было не только наполнено, но и переполнено на 72 см выше проектной отметки. Явилась необходимость интенсивного холостого сброса, величина которого достигала 400—500 млн. м³ в сутки. Одновременно с этим начался паводок на Северном Донце. Уровни на Нижнем Дону начали быстро нарастать. Дон вышел из берегов. К 20 мая уровень у Ростова-на-Дону достиг 271 см над нулем графика (таких уровней не наблюдалось с 1952 г.). Большие площади освоенных после регулирования Дона пойменных земель, а также некоторые постройки оказались под водой. Серьезного материального ущерба удалось избежать лишь благодаря своевременному предупреждению народнохозяйственных организаций о надвигающейся большой воде гидрологами Северо-Кавказского управления гидрометслужбы. Некогда грозное стихийное бедствие ныне можно отнести лишь к величественному явлению природы. А сам факт его убедительно говорит о еще не используемых энергетических возможностях на Дону.

В. Ф. Проценко
Ростов-на-Дону

САМОЛЕТ СЛЕДИТ ЗА ЧИСТОТОЙ ВОД

Служба водного надзора штата Висконсин (США) осуществляет наблюдение за 9000 озер, множеством рек и богатых форелью ручьев. Общая площадь этих акваторий составляет 373 тыс. га. Живописные озера штата Висконсин ледникового происхождения имеют сильно изрезанную береговую линию, множество бухт, островов и полуостровов. Осмотр их при помощи лодок требует затрат большого времени. Для решения поставленных задач надзор арендовал четыре легких самолета Чемпион. Теперь на осмотр, например, реки Рок и оз. Кошкононг с самолета нужно всего лишь 12 мин., тогда как лодка затрачивает на это целый день.

Самолеты оборудованы мощными громкоговорителями и специальными фотоаппаратами. Воз-

душное патрулирование производится на высоте 300 м при скорости полета 110—160 км/час. С воздуха легко обнаруживаются места слива в водные акватории промышленных отходов. Несколькими нарушителями закона о сохранении чистоты вод привлечены к судебной ответственности за уничтожение рыбы, загрязнение зоны отдыха и отравление водоемов веществами, вредными для здоровья.

«Flying», v. 72, 1963, № 4, p. 25, 55—56

(США)

«РАБОТА» БОЛЬШОГО ПЕСТРОГО ДЯТЛА

Любознательному пассажиру, проезжающему из Кемерово в Новосибирск, между ст. Арлюк и Юрга-2 (Кемеровская область) представляется интересная картина. У каждого телеграфного столба лежит большая куча еловых шишек, кем-то и непонятно для чего аккуратно сложенная. Кажется, что кому-то было дано задание собрать все шишки с елей, посаженных для защиты от снежных заносов вдоль линии железной дороги, и сложить у ближайшего столба. И так на протяжении десятка километров.

Присмотревшись, можно заметить, что и сами столбы выглядят несколько странно. На каждом, под которым сложены шишки, есть одна, а то и две-три довольно длинные канавки с относительно большим углублением в средней или нижней части ее. Некоторые, особенно старые столбы, пропитанные темным антисептиком, выглядят совершенно изъеденными, а под ними масса щепок.

Все это «работа» большого пестрого дятла.

Данный случай любопытен сам по себе. Специалисту же он интересен вдвойне. Может быть, это новая черточка в биологии большого пестрого дятла.

Вдоль упомянутого отрезка железной дороги нет хвойных насаждений, кроме молодых защитных полос, а ближайшие мелкие березовые и осинового колки, редко разбросанные по северной лесостепи Кузбасса, находятся не ближе 6—7 км от железнодорожного полотна. Между тем, дятлы

КАСПИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

Проблема Каспия продолжает волновать не только ученых, хозяйственников, но и широкие круги общественности.

С 21 по 26 мая 1963 г. в Баку состоялась междуведомственная конференция, посвященная исследованиям Каспия. Стержневым вопросом остается уровень Каспийского моря, от которого зависит весь комплекс связанных с ним народнохозяйственных проблем: энергетика, транспорт, рыба, нефть, климат окружающей местности и т. д. Однако этому первостепенному вопросу было уделено сравнительно мало внимания. Конференции стоило бы также определить, какой же уровень Каспия следует полагать наиболее приемлемым, хотя отдельные ученые и указывали на необходимость не только стабилизировать уровень Каспия, но и повысить его.

Проф. К. К. Гюль считает, что наиболее приемлем уровень Каспия 1930 г., так как именно при этом уровне все отрасли хозяйства, связанные с Каспием, развивались наиболее гармонично. Кажущаяся трудность — то, что многие отрасли хозяйства уже приспособились к его современному уровню. Но ведь до вступления в действие какого-либо проекта по восстановлению уровня Каспия пройдет еще не менее 10 лет, в течение которых уровень, по данным многих авторов, упадет еще не менее чем на 1 м, следовательно, потребуется новое приспособление некоторых отраслей хозяйства к меняющемуся уровню. Как же в таком случае выгоднее поступать: следовать в глубь моря за уходом уреза воды или, как при создании водохранилищ, приспособливать отдельные отрасли хозяйства с учетом подъема воды в море?

Все проекты по поддержанию уровня Каспия исходят из необходимости переброски в Каспий речной воды. Но ни один из этих вариантов не решает проблему уровня, а значит и проблему Каспия в целом. Сейчас большую известность получил проект переброски в Каспий вод северных рек, но и он, как указывали выступавшие на конференции ученые (Б. А. Аполлов, К. К. Гюль, Н. Н. Рустамов, М. И. Фурман и др.), не сможет после его осуществления даже стабилизировать современный уровень Каспия. Конференция оказалась как бы в тупике. Что же делать дальше?

Действительно, как показывают расчеты проф. Б. А. Аполлова, уровень Каспия в ближайшие 10 лет упадет дополнительно на 1,11 м и будет стоять на 3,61 м ниже своего среднего столетнего положения. При этом учитывается, что ежегодный расход воды в бассейне Каспия за этот период возрастет с 24 до 70 км³, а по последним уточненным данным — до 90 км³ и что в конце 1972 г. осуществится переброска вод северных рек в размере 37 км³ в год¹. Переброска вод рек Севера потребует главным образом для того, чтобы при значительном расходе пресной воды на другие хозяйственные нужды, обеспечить работу ГЭС.

Проблему же восстановления оптимального уровня Каспия, на мой взгляд, можно решить только переброской азовской воды, что позволит сохранить и Кара-Богаз-Гол как своеобразный источник отложения солей. Возражения против этого варианта решения проблемы уровня Каспия обосновывают возможным изменением солености Каспийского моря, которое может повлиять на жизнедеятельность рыб и их кормовую базу.

¹ См. «Природа», 1963, № 2, стр. 68.

Переброска азово-черноморских вод, возможно, изменит соленость Каспийского моря на доли промилле в течение десятилетий. Для иллюстрации можно сообщить, что, по данным В. А. Берга¹, при пропуске в Каспий 31 км³ азовской воды он осолонится на 1‰ в 100 лет, причем соленость Азовского моря практически останется без изменений.

В настоящее время, по данным А. С. Пахомовой, Каспий вследствие падения его уровня уже осолонился на 0,15‰. При любых вариантах решения каспийской проблемы соленость Каспия не будет стабильной. Кстати, превращать Каспийское море или хотя бы его северную часть в пресноводное озеро также нельзя. Поэтому лучше идти по пути некоторой частичной реконструкции каспийской фауны, чем терять время под предлогом сохранения существующей солености Каспийского моря, пока море не окажется заселенным только низкосортной рыбой (типа кильки). Стадо наиболее ценных каспийских рыб катастрофически уменьшается по причинам, ничего общего не имеющим с состоянием солености моря.

На конференции было организовано четыре секции: гидрологии и метеорологии Каспийского моря, геоморфологии и геологии, гидродинамики и гидротехники, гидробиологии и гидрохимии, на которых были заслушаны соответствующие доклады. Всего было прочитано более 100 докладов.

И. И. С т а с ь
Москва

КЛАДОВАЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

К 100-летию РУССКОГО БАЛЬНЕОЛОГИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

В связи с исполнением в этом году столетнего юбилея Русского бальнеологического общества на Кавказских Минеральных водах в Пятигорском государственном научно-исследовательском институте курортологии и физиотерапии состоялась 7-я юбилейная сессия. Огромный вклад вносит институт в организацию лечебного процесса и отдыха трудящихся на курортах. Сессия явилась отчетом коллектива института о проделанной работе за истекшие два года. Большинство докладов было посвящено современному состоянию курортной науки, разработке дифференцированных методик комплексного курортного лечения различных заболеваний, влиянию новых минеральных вод, изучению гидроминеральных и разных климатических условий Юга страны. Сессия продемонстрировала крепнущие связи института, его клиник с практическими работниками санаториев и курортов, сотрудничество науки и практики в общей и почетной борьбе за здоровье советского народа.

«Очаровательная природа Кавказского края,— писал русский врач К. Норман,— сама по себе составляет уже целительный бальзам, оживляющий и укрепляющий душу».

Но не только природа привлекает многочисленных курортников. Богата земля Северного Кавказа природными минеральными источниками. На сравнительно небольшом расстоянии от Железноводска до Кисловодска расположено свыше 100 разнообразных по своему химическому составу и физическим свойствам минеральных источников,

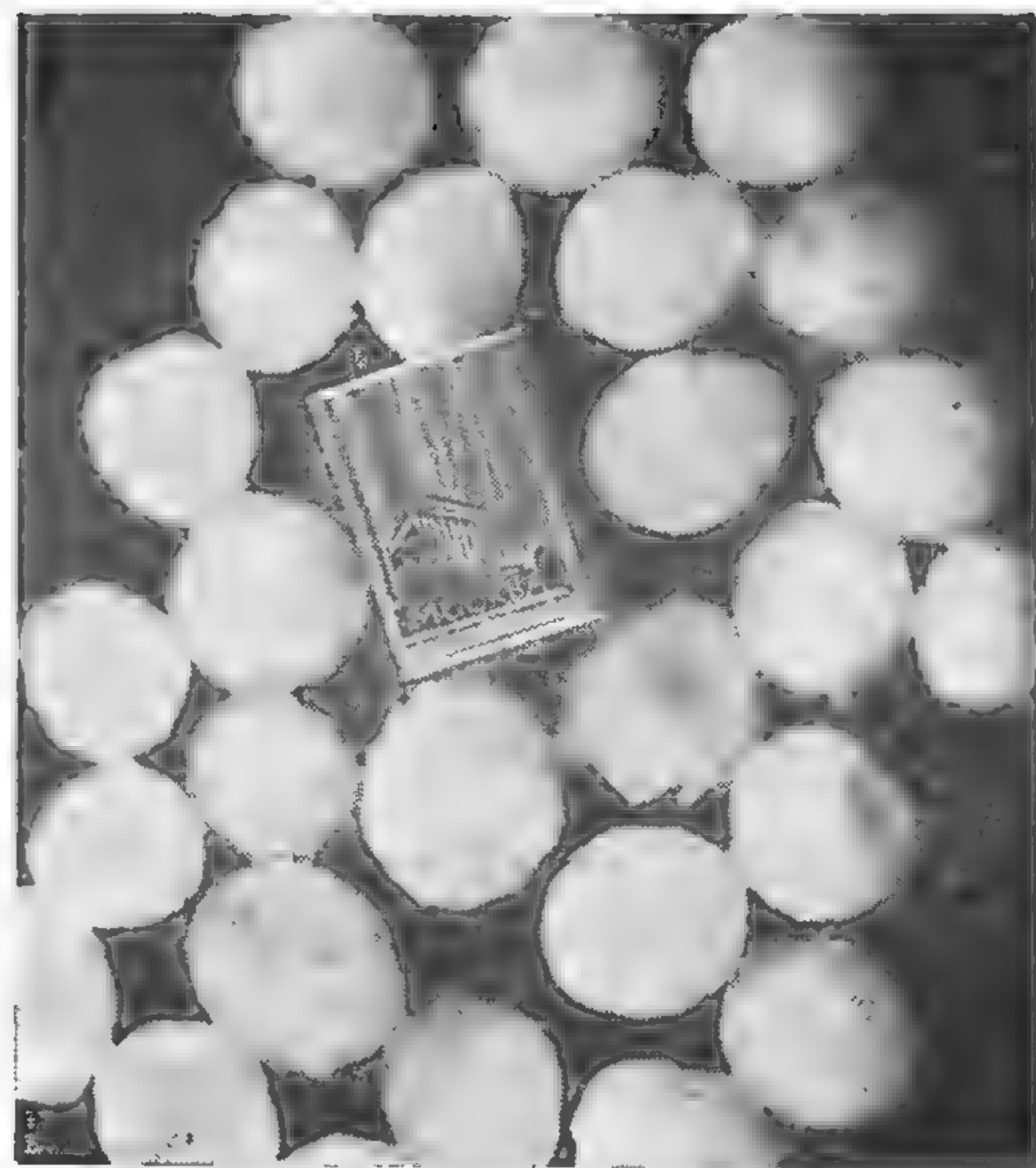
чаще поселяются там, где вблизи есть хвойные, особенно сосновые насаждения, семенами которых они питаются. Интересно, что постоянно проходящие поезда не тревожили дятлов, не служила препятствием и антисептическая пропитка столбов.

Д. И. Х а т у н ц е в
Кемерово

КРУПНЫЙ ГРАД

Весна в этом году в Таджикистане была очень дождливой. Часто шли ливневые и грозовые дожди, несколько раз выпадал град. Так, 17 мая 1963 г. в 4 часа местного времени над поселком Орджоникидзебад, расположенным в 20 км от Душанбе, разразилась гроза и в течение 12 мин. шел крупный град. В среднем вес градины составлял 19—26 г, хотя отдельные экземпляры достигали 35—45 г. Большинство градин имело сложную форму.

Грозовая туча с градом вышла со стороны гор на северо-востоке, прошла на юго-запад, и, дойдя до 14 км, повернула на юго-восток. Внутри тучи видны были завихрения и тучи разных



Градины средней величины, выпавшие в Орджоникидзебаде 17 мая 1963 г. (самые крупные или разбивались на мелкие части или зарывались в землю на глубину до 5 см)

¹ См. В. А. Берг. Проблема Каспийского моря, Баку, 1963.

цветов и оттенков: и розовые, и красные, и белые, и черные, и серовато-синие.

Я живу в Средней Азии со дня рождения, т. е. уже 37 лет, и ни разу мне не приходилось видеть такого крупного града. А в этом году увидел дважды — 5 мая в Душанбе и 17 мая в поселке Орджоникидзебад.

Л. И. М и л и н ч у к -
В о л ы н с к и й
Душанбе

ВРЕДИТЕЛЬ МОРСКИХ УГОДИЙ

Брюхоногий моллюск *Gastropoda* — бич устричных колоний. У побережья Эссекса (США) этот пожиратель уничтожает более половины всех появившихся в течение года устриц. Напав на жертву, моллюск *Gastropoda* просверливает ее раковину, а затем высасывает из нее мясо устрицы. Ущерб, нанесенный брюхоногим моллюском, велик, тем более если учесть, что в течение трех лет от одной пары таких моллюсков рождается потомство общим счетом до 30 000. Живет *Gastropoda* шесть лет; каждый моллюск съедает около 240 молодых устриц.

Чтобы избавиться от хищника, на местах его размножения поставили специальные керамические или черепичные пластинки, укрепленные на пестях. Моллюски, откладывая на них капсулы с яйцами. Когда эти несложные приспособления извлекают из моря, часто пойманными оказываются и сами производители. Как показал опыт, эта мера борьбы с вредителями подводных угодий вполне действенна. Таким способом, а также обычными драгами, применяемыми для промысла устриц, у побережья Эссекса было выловлено значительное число хищного брюхоногого моллюска.

«Fishing News», 1963, № 2593, p. 6
(Англия)

ТЕРМО- И ФОТОЭФФЕКТ ГОРНЫХ ПОРОД И МИНЕРАЛОВ

Горные породы и минералы по своим физическим свойствам в большинстве диэлектрики. Но при термовысвечивании, когда применяют термолюминесцентный метод для относительного

относящихся к 12 видам минеральных вод. По признанию французского гидрогеолога Жуля Франсуа, проводившего здесь исследование в 1875 г., «Кавказ, который во многих отношениях можно назвать русскими Пиринеями, включает в себе на относительно малом пространстве такое разнообразие минеральных вод, примера которому нет в Западной Европе».

Гидрологические работы, проведенные только за последние два-три года, вскрыли дополнительные огромные запасы минеральных вод на всех четырех курортах Северного Кавказа. Так, в Железноводске выведен на поверхность солянощелочной источник буровой № 61 и 62. По данным железноводской клиники бальнеологического института, эта минеральная вода оказалась высокоэффективной при заболевании печени и желудка. Совсем недавно в Пятигорске у подножья Машука с глубины 1170 м получен новый питьевой источник, которому присвоено название этой горы — «Машук». Минеральная вода «Машук» только что прошла всестороннее изучение в физиологической лаборатории, Пятигорской клинике и санаториях курорта. По химическому составу и физическим свойствам она похожа на прославленный источник Эссентуки № 17, вода которого широко применяется при заболеваниях печени, желудка, кишечника и других органов. В семи километрах от Эссентуков выведена на поверхность углекисло-гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатная вода. Температура ее у скважины равна 64°. Вода содержит большое количество свободной углекислоты. По химическому составу новый источник приближается к кисловодскому нарзану и известному источнику Карловы Вары. С получением новой минеральной воды перед Эссентукским курортом открывается огромная перспектива в лечении больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Значительно расширилась гидроминеральная база Кисловодского курорта. С введением в строй Березовского нарзанопровода Кисловодск получил новые миллионы литров отличного нарзана.

Этим, конечно, не исчерпываются минеральные ресурсы Северного Кавказа. По свидетельству специалистов, в недрах Земли происходит постоянное формирование новых минеральных вод, что и подтверждают открытия все новых и новых источников. Неспроста называют Северный Кавказ кладовой минеральных вод.

И. И. К о н о в а л о в
Кандидат медицинских наук
Эссентуки

„ТАНЦЫ“ И РОЕНИЕ МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ

Уже сравнительно давно результаты опытов Карла Фриша позволили человеку заглянуть в сложный мир своеобразных движений пчел, названных «танцами». Оказалось, что пчела, нашедшая источник корма, по возвращении в улей «танцует», совершая круговые и восьмеркообразные движения на сотах. Посредством «танца» она указывает окружающим ее пчелам, какой именно удалось обнаружить корм, а также направление и расстояние до него.

Ученик и коллега К. Фриша Мартин Линдауэр недавно раскрыл, каким образом пчелы-разведчицы способствуют выходу роя из улья, а затем передают ему информацию о месте нового гнезда. Чтобы вынудить 20—30 тыс. пчел к одновременному выходу с роем, разведчицы исполняют специальный «вихревой» танец. Крайне возбужденная раз-

ведчица зигзагами прокладывает свой путь среди массы пчел, вибрируя брюшком и производя крыльями заметное жужжание. Начинает «вихревой танец» одна — две пчелы, через несколько минут их оказываются дюжины. Число «танцующих» пчел все возрастает, пока вся семья не приходит в смятение и не выходит рой. Вышедший рой «прививается» недалеко от старого гнезда и, как выяснил Линдауэр, ожидает информации от разведчиц, подыскивающих для него новое «жилище».

Мейер, изучавший разделение работ в рое, установил, что «привившийся» и успокоившийся рой состоит из двух, четко различимых частей. Это наружная, плотная оболочка-скорлупа толщиной в три пчелы и внутренняя, рыхлая часть, образованная цепочками пчел, во многих местах соединяющихся со скорлупой. Оболочка обеспечивает защиту роя от внешних воздействий и создает для него необходимую механическую опору. Пчелы в пределах скорлупы постоянно меняются местами, в течение 10 мин. две трети пчел наружного слоя обмениваются местами с теми, которые образуют внутренние слои (в оболочке отчетливо заметно отверстие, ведущее внутрь роевого клуба).

Согласно Линдауэру, разведчицы «танцуют» на поверхности скорлупы установившегося роя в разных направлениях, поскольку они приносят вести о различных, пригодных для гнезда пунктах. Чем лучше отысканное разведчицей место, тем оживленнее ее «танец». После «танца» каждой разведчицы, другие пчелы вылетают на указанное место и, обследовав его, «танцуют» в свою очередь. Отмечено, что разведчицы совершают повторные вылеты к месту будущего гнезда, продолжая его изучение. Они могут даже прекратить «рекламировать» место, если условия там изменятся к худшему.

Когда найдено два одинаково хороших места, «танцуют», объявляя каждое из них, две многочисленные группы разведчиц. Если они не приходят к соглашению, рой может рассыпаться, но через некоторое время летающие пчелы снова собираются в клуб и разведчицы вновь пытаются «договориться».

В одном случае при наблюдении за роем выяснилось, что разведчицы сообщили образующим рой пчелам о 21 месте, пригодном для нового гнезда. Лишь на пятый день с момента выхода роя из гнезда все пчелы-разведчицы «протанцевали» один и тот же «танец», выбрав наиболее пригодное место.

В другом случае разведчицы не могли достигнуть соглашения в течение 14 дней. Начавшиеся в конце этого периода дожди вынудили их прекратить поиски. Рой поэтому начал отстраивать соты там, где он «привился». Эти данные Линдауэра поясняют, почему иногда пчелы устраивают свое гнездо под открытым небом.

В случае достижения договоренности разведчицы начинают «вихревой танец», пробуравливая в скорлупе клуба отверстия. Внутри клуба слышится громкое жужжание, пчелы снуют взад и вперед, создавая суматоху. Когда возбуждение достигает предела, от пяти до десяти пчел одновременно вылетают из клуба, сотни следуют за ними и в несколько секунд весь клуб рассыпается. Создается впечатление, что рой направляется сотней пчел, которые быстро летят к месту нового гнезда, в то время как основная масса продвигается с меньшей скоростью. Эти ведущие пчелы возвращаются к границам летящего роя, а затем стремительно, как бы «выстреливая», устремляются вперед. Замечено, что разведчицы исполняют «вихревой танец» и на новом месте, после того как рой начинает его занимать. Значение этого «танца» пока не выяснено.

П. П. К о п а н е в и ч
Московская ветеринарная академия

определения возраста этих ди-электриков¹, электроны, захваченные в локальных уровнях кристалла, переходят в зону проводимости и рекомбинируют с ионизированными центрами люминесценции, выделяя световые кванты.

Всякий переход электронов в зону проводимости кристалла увеличивает его электропроводимость. Если к нагреваемому кристаллу приложить извне достаточно высокое электрическое поле, то в этой цепи можно обнаружить течение электрического тока, электронов к аноду, дырок к катоду. (Величина тока будет пропорциональна запасенной кристаллом световой сумме.) Этот эффект можно назвать эффектом термоэлектродвижущей силы — термо-э. д. с.

Кроме термо-э. д. с., горные породы обладают и другим замечательным эффектом, а именно, если их освещать определенным источником света, то электропроводимость пород увеличивается — это эффект внутренней фото-э. д. с. Под влиянием света происходит диффузия носителей тока. Процессы, вызывающие рекомбинационную люминесценцию и фотопроводимость, одни и те же, т. е. подтверждается генетическая связь между рекомбинационной люминесценцией и фотопроводимостью.

Работа по исследованию фото-э. д. с. проводилась в основном на галоидных солях, фосфорах, полупроводниках. Но можно предположить, что такой фотоэффект должен распространяться и на горные породы и минералы, обладающие способностью люминесцировать. Для изучения его разработали два метода. Первый из них наиболее простой. Исследуемый объект (тонкая пластинка или порошок горной породы) помещают между двумя электродами, один из которых делается полупрозрачным (стеклянная пластинка, покрытая полупрозрачным слоем какого-нибудь металла). К электродам подводят постоянное напряжение в 100—300 в. В цепь включают усилитель и регистрирующий ток прибор (гальванометр, осциллограф или самопишущий потенциометр). Объект освещают сильным источником света, например электрической лампой накаливания в 250—300 вт. При включении света

¹ См. «Природа», 1961, № 5, стр. 90.

в цепи появляется ток. Токи эти очень слабые, но их можно усилить. Теоретически они пропорциональны запасенной в горной породе световой сумме и, следовательно, пропорциональны возрастной характеристике горной породы или минерала.

Другой метод обнаружения фото-э. д. с. — метод конденсатора. Исследуемый объем также помещают между двумя электродами, из которых один полупрозрачный, и измеряют изменение емкости конденсатора при его освещении (обычно применяют прерывистое освещение). Это изменение емкости пропорционально изменению электропроводности. В качестве регистрирующего прибора применяется осциллограф.

Автор настоящей статьи на примитивной установке с гальванометром без усилителя впервые провел предварительные опыты и убедился, что у горных пород существует эффект фотопроводимости. Геологам этот эффект может дать возможность уточнить возрастные характеристики горных пород и указать присутствие посторонних примесей в разновозрастных породах и при накоплении статистического материала оказать большую пользу при геологоразведочных работах.

Профессор Г. Ф. Комовский
Москва

ПЛОДОВЫЕ ДЕРЕВЬЯ В УСЛОВИЯХ СВЕРХНИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Резкие колебания температуры часто служат причиной гибели плодовых деревьев. Над повышением морозостойкости растений давно трудятся ученые многих стран, в том числе и Советского Союза¹. Проблема эта стала особенно актуальной в связи с широким освоением районов Крайнего Севера и областей Сибири с суровыми климатическими условиями.

Можно ли сделать плодовые деревья невымерзающими? Опыты лаборатории зимостойких растений Института физиологии растений АН СССР дают положитель-

КОНФЕРЕНЦИИ ЧИТАТЕЛЕЙ И АВТОРОВ ЖУРНАЛА «ПРИРОДА»

В конце июня 1963 г. во Фрунзе и в Алма-Ате были проведены конференции читателей и авторов журнала «Природа». Организаторы конференции во Фрунзе — Государственная республиканская библиотека им. Н. Г. Чернышевского и Центральная научная библиотека АН Киргизской ССР — привлекли к ней большое число научных работников, преподавателей вузов, учителей школ, любителей природы. Вслед за вступительным словом вице-президента АН Киргизской ССР П. А. Рязина, докладом ответственного секретаря редакции журнала «Природа» Я. Б. Когана и интересным сообщением акад. Киргизской ССР М. М. Адышева о развитии геологической науки в Киргизии, завязался интересный разговор о путях дальнейшего улучшения журнала, об устранении имеющихся недостатков, об участии в работе журнала ученых Киргизии.

Киргизия, говорил проф. И. В. Выходцев, всегда привлекала к себе внимание виднейших исследователей природы. Богатства Тянь-Шаня, Иссык-Куля, замечательные ореховые леса, разнообразие растительного мира — все это глубоко изучается, однако результаты исследований еще недостаточно внедряются в практику. «Природа» должна быть пропагандистом и выступить инициатором полного освоения природных ресурсов нашей страны. Доцент философского факультета Киргизского государственного университета Абдылдаев считает, что популяризация физико-математических наук, кибернетики должна занять первое место в журнале. Недостаточно статей по философии естествознания, нет совместных выступлений философов и специалистов-естествоиспытателей, не привлекаются местные авторы. Мало материалов в журнале о развитии науки в союзных республиках. Кандидат географических наук Р. Д. Забиров выступил с интересным сообщением о ледниках Тянь-Шаня. Важно, отметил он, чтобы все существенное в научной жизни находило отражение в журнале; побольше кратких заметок о природных явлениях со всей страны. «Природа» — наш воспитатель, заявил проф. Ф. А. Турдаков, и тем досаднее, если в журнале, хотя и редко, попадают отдельные неточности, не проверенные факты.

Конференция высказалась за создание единого плана публикации в журнале статей о Киргизии, а также о более широком распространении «Природы» среди научных работников, учителей школ, в особенности в областных и районных центрах.

Конференция в Алма-Ате, организованная Президиумом АН Казахской ССР, также привлекла внимание научной общественности города. Разговор, начатый во Фрунзе, был продолжен и значительно расширен в этом большом центре науки. Научный и воспитательный характер журнала подчеркнул в своем вступительном слове академик-секретарь О. А. Байконуров. Зам. директора Института почвоведения АН Казахской ССР проф. В. М. Боровский выступил за более широкое привлечение местных авторов к работе журнала. Мы должны иметь единый план и вместе с общественными научными организациями работать над созданием хороших, интересных статей для журнала. Казахстан обширен, изумительна и разнообразна его природа. Темп освоения территории здесь непревзойденный. На поднятой целине скла-

¹ См. «Природа», 1961, № 3, стр. 61.

дываются новые природные условия. Обо всем этом можно и необходимо писать в «Природе». Зам. председателя Казахского отделения географического общества А. П. Берггрин высказался за большую оперативность в освещении научной жизни республики. Природа страны должна быть на первом плане в журнале, надо уделять внимание замечательным, хотя и далеким уголкам природы, заповедникам и заказникам. Руководитель сектора петрографии Института геологии Казахской ССР Т. Ч. Чолпанкулов считает, что в журнале мало отведено места геологии, недостаточна связь с институтами и учеными республики. Зам. директора Института астрофизики АН Каз. ССР Г. М. Идлис высказывается за более смелое освещение дискуссионных вопросов, а также необычных природных явлений. Он предлагает ввести раздел «Письма в редакцию», в котором авторы могли бы сообщать свои мысли и предложения по различным научным проблемам и исследованиям. И. М. Назаренко из отдела географии АН Каз. ССР критикует редакцию за недостаточное освещение важнейших природных районов Казахстана, в частности Бастандыка. На трудность отдельных статей, особенно по физике и химии, обратила внимание представитель Республиканского совета общества охраны природы Д. В. Ненова. Выступившие на конференции читатели и авторы журнала Бочкарев, Зотов, Хитрова, Галицкий, Гаврин, Сытина и др. отметили недостатки в освещении отдельных научных проблем, а также в оформлении журнала. Алмаатинцы также высказались за установление более тесных связей с редакцией и решили создать общественный корреспондентский пункт журнала «Природа», целью которого должно быть содействие более широкому освещению в журнале научной жизни и природы Казахстана.

«МЕЗОСКАФ»

Так называется новое подводное судно для туристских поездок и научных исследований, строительство которого осуществляется в Швейцарии по проекту Жака Пикара, сына известного исследователя Огюста Пикара. Это первое в мире пассажирское подводное судно войдет в строй весной 1964 г., к открытию швейцарской национальной выставки «ЭКСПО 1964».

«Мезоскаф» сможет погружаться на большую глубину с сорока пассажирами на борту. Длина судна 30, высота — 6,20 и ширина 5,40 м. Диаметр цилиндрического корпуса 3,15 м. Водоизмещение в подводном положении 160 т. На судне установлен электродвигатель мощностью 75 л. с., питаемый от аккумуляторных батарей. Скорость движения около 9 км/час. Экипаж состоит всего из двух человек — капитана и стюардессы. Предполагают, что «Мезоскаф» будет ежедневно совершать 14 рейсов продолжительностью 35 мин., находясь в течение 5 мин. в самом глубоком месте Женевского озера — 309 м. Что там можно увидеть, сказать трудно: Женевское озеро в этом отношении совсем не исследовано. В командирской башенке «Мезоскафа» установят телевизионную камеру, и пассажиры смогут на телевизионных экранах наблюдать за всеми стадиями погружения. Кроме того, с каждой стороны будет по 21 иллюминатору. Для повышения видимости судно обеспечивается несколькими прожекторами. С суши будет поддерживаться постоянная радио- и телевизионная связь.

Пассажирский салон «Мезоскафа» подобен салону современного самолета, с такими же поясами безопасности на креслах. Здесь при-

ный ответ — плодовые деревья способны выдерживать самые суровые морозы, которые могут случаться зимой. Так, после надлежащей подготовки однолетние сеянцы абрикоса и цветки яблони автоновки выдерживают температуру в -60° , а черенки черной смородины в состоянии выжить даже при таких сверхнизких температурах, как -253° !

Оказывается, что растение можно закалить таким образом, что никакой мороз ему не будет страшен. Закаливание ведется в два приема, сначала охлаждение растений при температурах немного выше 0° (первая фаза) и затем медленное понижение отрицательных температур (вторая фаза). Чем растение потенциально менее морозостойко, тем более постепенное требуется охлаждение. Например, для березы достаточно снижать температуру с -5° до -60° в течение полутора суток, чтобы она могла затем выдержать температуру жидкого азота.

Каким же образом достигается такая изумительная приспособленность? Микроскопические наблюдения дали возможность выяснить, что решающее значение имеет то место, где происходит превращение воды в лед. Если лед образуется внутри клеток, растение гибнет от нарушения структурной организации, подобно тому как на морозе лопается бутылка, когда в ней замерзнет вода. У закаленных деревьев вся вода, которая способна замерзнуть, успевает оттечь в межклетники, в результате клетки обезвоживаются и уменьшаются в своем объеме. Таким клеткам никакой мороз не страшен. Теперь стало ясно, почему губительными оказываются именно быстрые колебания температуры — не вся вода уходит из клеток. Опытные растения удалось «натренировать» таким образом, что они успевают быстро реагировать на изменения температуры, и замерзающая в них вода вся оказывается в межклетниках.

Пока сделать растения совершенно невымерзающими удастся только в лабораторных условиях. Сейчас разрабатываются практические приемы, которые можно будет применять на полях и в садах.

«Известия Академии наук СССР, серия биологическая», 1963, № 3, стр. 459

НОВАЯ ГИПОТЕЗА ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЗЕМЛИ — ЛУНЫ

Луна некогда была планетой Солнца, но затем была захвачена Землей. Потом, однако, Луна раскололась на две части и оставила на Земле около половины своего вещества, которое образовало континенты. Такова суть новой гипотезы происхождения Земли—Луны, выдвинутая шведским ученым Альфвенем.

Описываемый катаклизм произошел около 3—4 млрд. лет тому назад, что вполне согласуется с периодом образования ранних слоев Земли, как это было установлено геологическими исследованиями и применением радиоактивного метода.

Основой для новой гипотезы послужила игнорированная в свое время научная работа западногерманского учителя Герстенкорна, опубликованная в 1955 г. Герстенкорн рассчитал путь, на котором Земля захватила Луну, тогда еще планету Солнца, в период приближения к Земле и увлекла ее на весьма эксцентричную орбиту с обратным движением. С этого момента Луна начала вращаться вокруг Земли в противоположном направлении и ближе к ней. Затем гравитационные силы воздействовали на систему Земля — Луна до тех пор, пока Луна не стала двигаться по полярной орбите вместо движения в плоскости, близкой к экватору. Высота волн во время приливов и отливов достигала 8 км, они перемещались вокруг земного шара за 6 час., «полируя» его поверхность. Вектор углового момента Луны перемещался относительно Земли таким образом, что Земля начала вращаться в том же направлении, что и Луна. Разлом Луны произошел в тот момент, когда она подошла к Земле на минимальное расстояние. Половина Луны или даже большая ее часть упала на Землю и образовала континенты. Не исключено, что даже вся земная кора состоит из лунного вещества. Некоторая часть вещества Луны взорвалась в космосе, осев частично на Луне и образовав кратеры. Другая часть была унесена вихревым движением в космос и до сих пор выпадает на Землю в виде метеоритов. Некоторое количество земного материала было также заброшено



Модель «Мезоскафа»

меняют установку искусственного климата. Запаса воздуха хватит на 48 час. непрерывного пребывания под водой.

Автор проекта Жак Пикар считает, что «Мезоскаф» откроет широкие перспективы не только для подводного туризма, но и для всевозможных подводных исследований. После закрытия «ЭКСПО 1964» он намеревается провести тщательное исследование Женевского озера, а затем судно будет переведено по Рейну в Северное море.

«VDI Nachrichten», Bd. 17, 1963, № 19 (ФРГ)

ОКАМЕНЕВШИЕ СЛЕДЫ

Следы жизни древнейших беспозвоночных (крабов, червей и других роющих и ползающих обитателей илистого и песчаного морского дна) встречаются в породах различного геологического возраста, от кембрия до неогена.

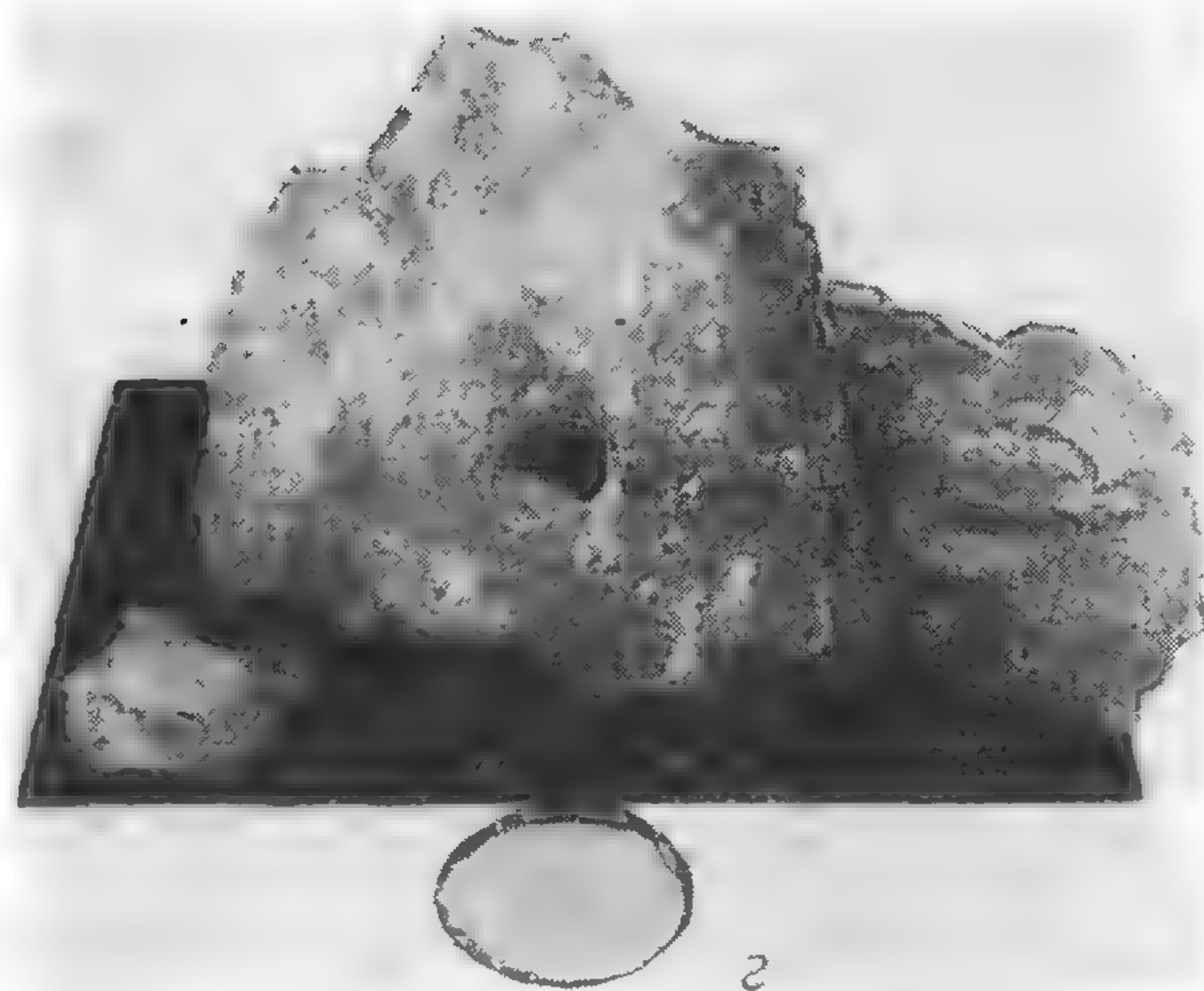
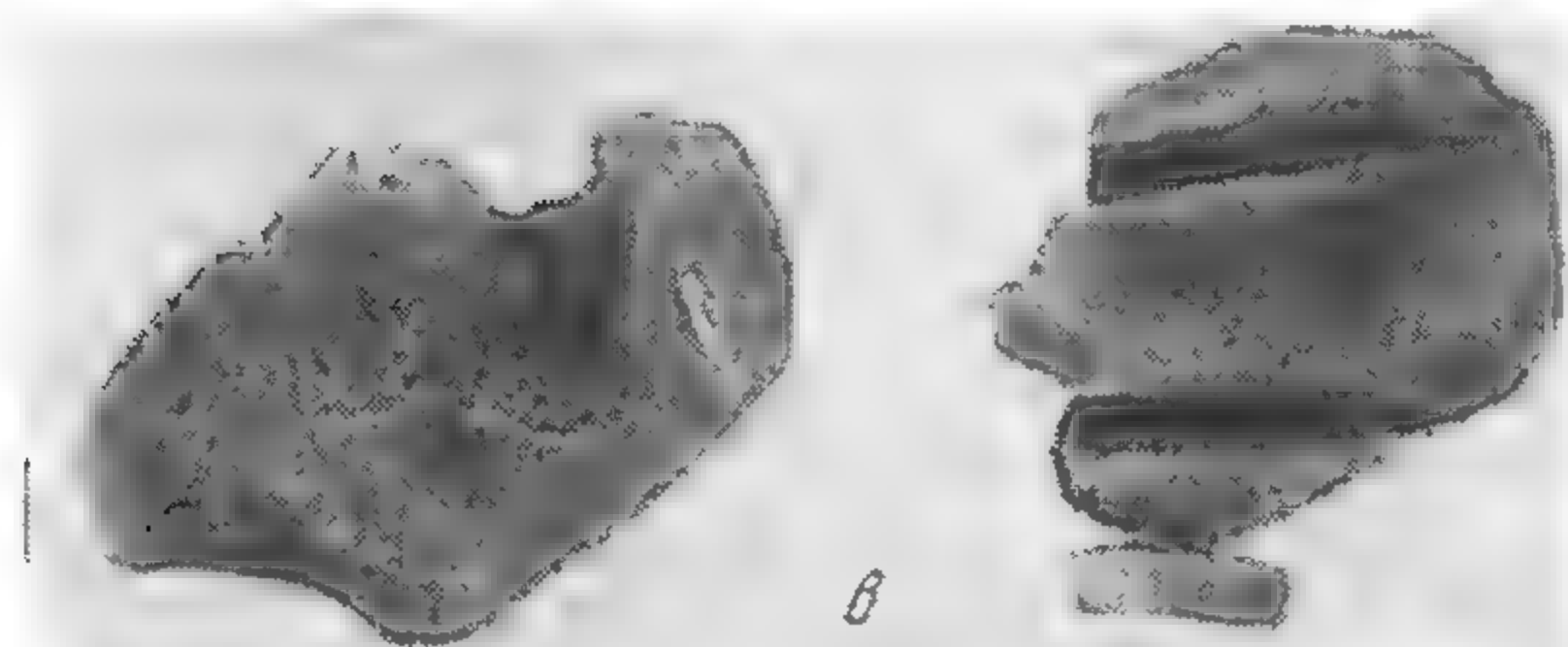
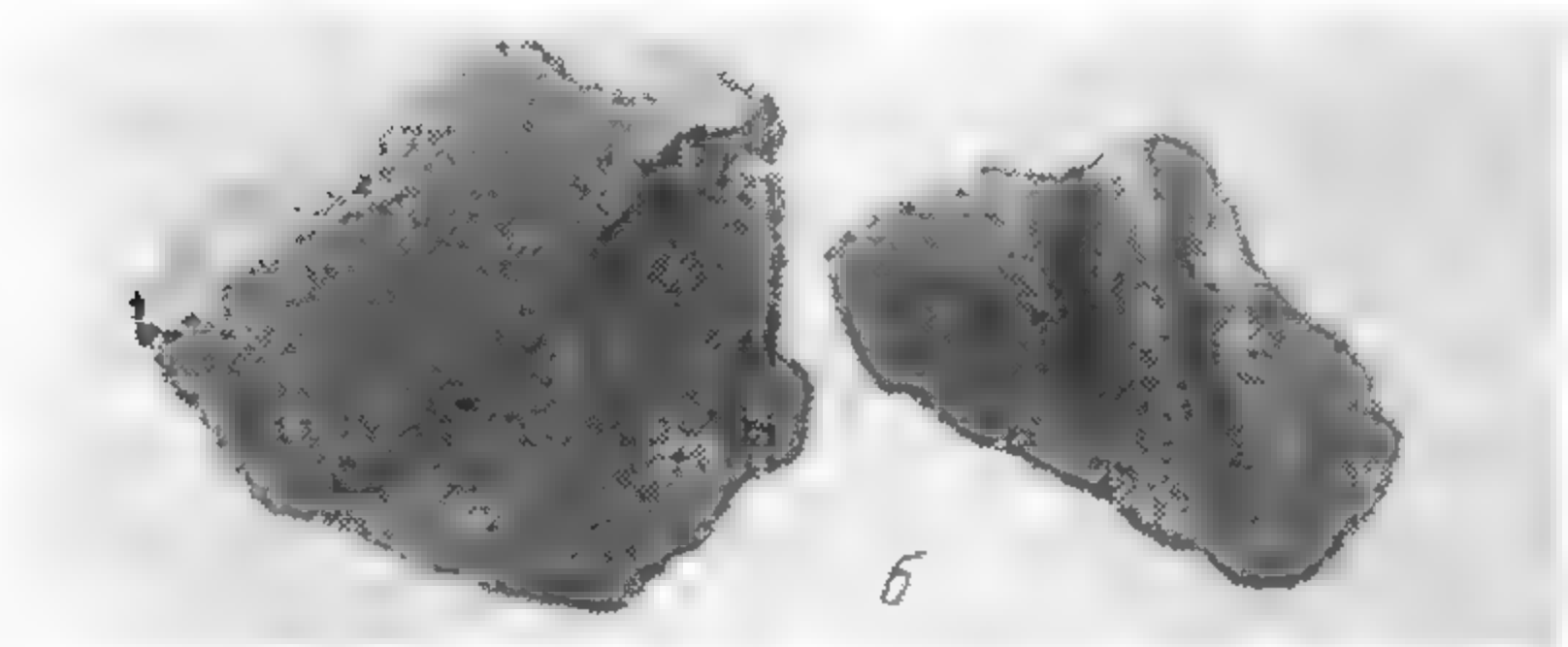
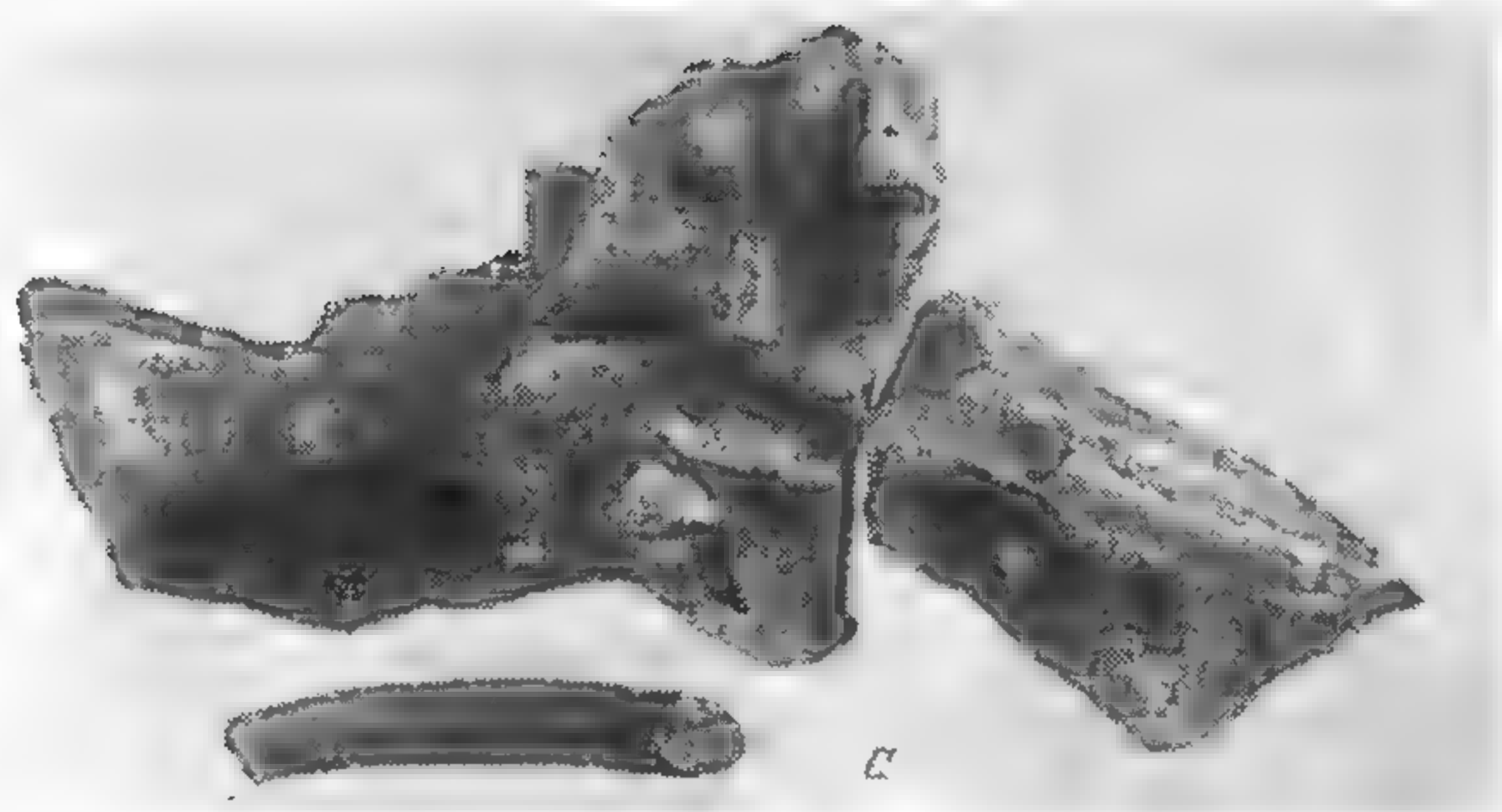
Близ г. Хвалынска на Волге есть месторождение кварцитовидных песчаников, пригодных для строительства дорог и производства бетона. Это — отложения илисто-песчаного дна моря палеогенового периода, которые за 20—27 млн. лет превратились в слои пород, состоящих из зерен кварца, скрепленных опалово-халцедоновым цементом в очень прочный камень. В глыбах этих песчаников наблюдаются многочисленные следы жизнедеятельности, которые до недавнего времени считали ризолитами, т. е. следами корней растений. Геологи и строители не видели в этих окаменевших следах ничего вредного для прочности камня и полагали, что подобные остатки могут быть интересны лишь для палеонтологов. Однако, как оказалось при детальном их изучении, эти окаменевшие следы в песчаниках — не растительные отпечатки, а следы жизнедеятельности крабов и червей на дне палеогенового моря. Некоторые глыбы буквально пронизаны ходами червей (см. рис., а) и заполнены плотной песчанистой массой. Наиболее часто встречаются прямые ходы крабов с характерными бороздками, заполненные песчаниковыми «колбасками» диаметром от 6 до 10 мм (б). Иногда эти

ходы изогнутые или искривленные, но везде на них видна характерная штриховка (в). Встречаются также и окаменевшие округлые норы¹ крупных роющих животных, большей частью ничем не заполненные, или изредка содержащие рыхлый мелкозернистый кварцевый песок (г) побережья палеогенового моря.

Но самым неожиданным следствием находки в песчаниках окаменевших следов жизни крабов и червей оказалась неморозостойкость и хрупкость этих пород. После пребывания добытых из разведочных шурфов глыб во дворе лаборатории, где они насыщались атмосферными осадками, а затем подвергались естественному замораживанию и оттаиванию, — камень легко разбивался молотком и распадался на остроугольные куски.

А. М. В и к т о р о в
Москва

¹ Ширина их колеблется от 20 до 50 мм, при глубине в 60—100 мм.



в космос, откуда выпадает в виде метеоритов. Поскольку в момент разлома Луны на Земле существовала жизнь, примитивные организмы, возможно, были выброшены в космос и достигли Луны. Таким образом, новая гипотеза объясняет, как в метеоритах появились следы жизни, исключая, что жизнь могла зародиться в других частях солнечной системы независимо от Земли.

Если гипотеза справедлива, то окажется, что кора Земли имеет такую же плотность, как и Луна. Для экспериментальной ее проверки необходимо, по мнению Альфвена, продолжать глубинное бурение земной коры в Тихом океане (проект «Мохо») до слоя Моховича. Если внутренняя часть Земли имеет большую плотность, чем кора, то, возможно, что мы живем на таком же материале, который обнаружат на Луне первые «прилунившиеся» там космонавты.

«Science News Letters», v. 83, 1963, № 19, p. 291 (США)

РАДИОАКТИВНЫЙ КАЛИЙ И СЕЛЕКЦИЯ ДОМАШНЕГО СКОТА

В Университете штата Иллинойс (США) сконструирован аппарат, при помощи которого можно точно контролировать, сколько мяса и сколько сала содержится в теле животного при откорме его на мясо.

Конструкция аппарата, названного счетчик К-40, основана на принципе различного содержания в тканях тела животного ра-

диоактивного калия. В частности, мышечная ткань содержит в себе наибольшее количество калия по сравнению с жиром и другими тканями тела. Практическое применение аппарата сыграет известную роль в деле усовершенствования методов разведения животных и улучшения качества мясных продуктов. Новый аппарат за 2 мин. определяет породные

качества производителя, на оценку которых методом испытания по потомству обычно требуется не менее 24—30 месяцев. Аппарат пригоден для определения мясных качеств свиней, крупного рогатого скота и овец.

«National Hog Farmer», v. 6, 1963, № 6, p. 18 (США)

БОГАТСТВА КЛЕНОВОЙ ГОРЫ

Живописна природа Кленовогорской возвышенности (Марийская АССР). По своей красоте, разнообразию, богатству и сложности природных ландшафтов этот уголок нашей страны в пределах Европейской равнины не имеет себе равных.

Широкая извилистая долина р. Иеть с крутыми обрывистыми берегами, многочисленными выходами минеральных источников, с хвойно-широколиственными лесами и множеством животных оставляет у путешественников неизгладимое впечатление. Иеть не замерзает в зимнее время, так как в ее



Обрывистый берег реки Иеть у подножья Кленовой Горы

ложе выходит много минеральных источников с высокой температурой (до $+6,5^{\circ}$).

Большое число минеральных источников с сульфатно-кальциевыми водами, озера и старицы, богатые целебными глинами, а также множество озер с большим содержанием сероводорода (до 50—75%) уже многие годы используются здесь для бальнеологических целей. Кленовогорские грязи не уступают глинам Пятигорска, а вода озер по своему качеству приравнивается к источникам Серноводска на Кавказе. Здесь с успехом можно лечить желудочно-кишечные, кожные, сердечно-сосудистые, нервные и множество других заболеваний. Такое исключительное сочетание различных лечебных вод и грязей в центре Европейской части СССР чрезвычайно важно для дальнейшего развития этого курорта.

На территории бассейна р. Иеть, неглубоко от поверхности земли залегают известняки, доломиты и гипсы, местами они обнажаются непосредственно под почвенным покровом. Сочетание такого геологического строения с обилием осадков, 40% которых выпадает летом, создаст благоприятные условия для развития карстовых процессов. Интенсивное расчленение рельефа, глубокие провальные озера (до 30 м глубиной), множество воронок, подземных рек и родников придают своеобразие этому району.

Кленовогорская возвышенность покрыта густыми смешанными лесами, в которых находят свой дом лоси, медведи, лисы, куницы, рыси, зайцы, выдры и множество разной птицы. Эти леса в условиях заповедника приобретают огромное значение в восстановлении и обогащении охотничье-промысловой фауны. Из-за беспорядочной рубки и частых пожаров здесь исчезли, например, олени, косули, росомахи, а еще в прошлом столетии они встречались здесь в изобилии. Велико также водоохранное, горнозащитное и почвозащитное значение лесов. Они защищают от иссушающих в этом районе восточных и юго-восточных ветров, которые в жаркую летнюю пору создают здесь исключительную пожароопасность.

У лесной сторожки на Кленовой Горе до наших дней сохранился развесистый дуб в несколько обхватов толщиной. Столетиями определяется его

возраст, а народное предание гласит, что здесь, под его кроной, когда-то Емельян Иванович Пугачев напутствовал своих воинов. И в самом деле, на десятки километров с высоты Кленовой Горы кругом видны леса, а за ними, на горизонте, в синей дымке, — начинаются степные просторы.

Хочется пожелать, чтобы такие прекрасные по красоте районы, как Кленовая Гора, в сочетании с лечебными источниками и грязями, как можно скорее осваивались и служили людям местом отдыха и оздоровления.

А. П. Маринович

Пос. Красногорский, Марийская АССР

ЕЛЬ ГЛЕНА

На обширной территории нашей страны встречаются отдельные виды растений с небольшим ареалом распространения. Среди них есть виды, перспективные для народного хозяйства. К таким, по нашему мнению, следует отнести и ель Глена — *Picea Glehnii* (Eg. Schm.). В пределах Советского Союза ель Глена встречается только на Сахалине (не повсеместно) и некоторых о-вах Курильской гряды.

В низинных местах ель Глена образует либо чистые древостой, либо растет совместно с лиственницей курильской. При улучшении условий существования в составе леса появляется пихта. На возвышенных местах с грубогумусной почвой ель Глена сама входит в состав как примесь.

По имеющимся данным наибольшая высота отдельных деревьев ели Глена на Сахалине равна 20,5 м при диаметре в 30—40 см. На Хоккайдо ель Глена низкорослая, но достигает диаметра 90 см. На сухих местах высота деревьев составляет 15—20 м, а диаметр 25—30 см. Изредка встречаются деревья высотой до 30 м при диаметре в 60 см. Интересно, что на Хоккайдо подлеском в древостоях ели Глена на сухих местах служит курильский бамбук, а в пониженных — кедровый стланик.

На Кунашире ель Глена встречается как на заболоченных землях, так и на песчаных холмах. На краях болот она достигает большой высоты, а на сухих местах образует древостой с подлеском из курильского бамбука.

На песчаных холмах она произрастает как в чистом виде, так и в качестве примеси к пихте сахалинской. На морских побережьях деревья часто низкорослы и искривлены в результате действия ветра.

На Шикотане ель Глена встречается редко либо отдельными деревьями, либо группами. Высота ее здесь невелика — до 9,10 м при диаметре в



Ель Глена

20—24 см. На юге о-ва Итуруп она достигает высоты 20 м и диаметра 40 см.

Площадь древостоев с преобладанием ели Глена на Муравьевской низменности составляет 1290 га. На этой площади рубка леса запрещена. На остальной территории низменности, где ель Глена как сопутствующая порода входит в состав насаждения, ведутся сплошные рубки. По нашему мнению, рубку этой редкой древесной породы следовало бы запретить повсеместно и взять ее под охрану.

По описанию А. И. Толмачева (1959), ель Глена дерево до 20 м высоты, с довольно широкой яйцевидной кроной. Кора чаще красновато-бурого цвета, лохматая. Побеги рыжевато-коричневые. Хвоя короткая (до 1 см), четырехгранная. Шишки удлиненно-овальные, почти цилиндрические. Окраска зрелых шишек бывает коричневая, фиолетовая, зеленовато-желтая и желто-коричневая. Урожайные годы повторяются через каждые 2 года на третий.

Отмечаются хорошие строительные качества древесины ели Глена. Вследствие большой стой-

кости она повреждается дереворазрушающими грибами заметно реже, чем другие темнохвойные. Напенная гниль встречается лишь на 6% единичных деревьев.

Было бы целесообразно в различных условиях нашей страны, и особенно на Дальнем Востоке, заложить опыты по искусственному выращиванию ели Глена. Не исключено, что она окажется породой более быстрорастущей, чем местные темнохвойные. К тому же она имеет исключительно красивую темно-зеленую, густо охвоенную, плотную крону и поэтому может найти широкое применение при создании городских зеленых насаждений.

Для размножения ели Глена на ее родине, Сахалине, лесхозам и леспромхозам острова следует рекомендовать смелее вводить в лесные культуры эту редкую и перспективную древесную породу.

А. П. Клинов
Сахалинская лесная опытная станция (Долинск)

ШУМ РЕЧКИ И КОСТЕР

Группа сотрудников Кольской базы Академии наук СССР проводила лимнологические работы на Умбозере. Однажды мы подошли на моторном катере к северному концу озера. Здесь, на галечной отмели, у устья быстрой речки, мы сделали привал и развели очень большой костер из валежника. Двухметровое пламя рвалось кверху почти без дыма.

Громко и однообразно шумела речка по галечному руслу. Но вот если зайти от речки за костер, чтобы он оказался между вами и речкой, то речной шум совершенно менялся: он слышался с переборами, так, как если бы попеременно то затыкать, то открывать уши.

Конечно, нетрудно было догадаться, что дело тут именно в костре, в порывисто поднимающемся токе газов и воздуха. Звук от речки перебивается и уносится воздушным током кверху.

Профессор **П. Д. Резвой**

Львов

Редакция журнала «Природа» обратилась к акад. Н. Н. Андрееву с просьбой объяснить замеченное П. Д. Резвым явление.

Шум речки отражался от горячих газов костра и потому доходил до наблюдателя сильно ослабленным. Это отражение тем сильнее, чем больше различаются скорости распространения звука внутри и вне столба горячего воздуха; в столбе скорость звука больше, чем в холодном воздухе раза в два — три, и этого достаточно, чтобы вызвать весьма заметное отражение звука. Кроме того, звуки тем лучше отражаются от столба горячего воздуха, чем

больше диаметр этого столба по сравнению с длиной звуковой волны, или, иначе говоря, чем выше звук. Шум речки как раз богат высокими звуками.

Предположение П. Д. Резвого, что «звук уносится воздушным током кверху» неправильно. Подобное явление сказалось бы только тогда, когда скорость потока газов намного превышала бы скорость звука, которая в холодном воздухе равна приблизительно 330 м/сек.

ФЛИШ В РАЙОНЕ ТУАПСЕ



Залегавшие первоначально тонкопереслаивающиеся осадочные толщи мелководных морских бассейнов (так называемый флиш) в результате горообразования были поставлены вертикально и затем подверглись действию выветривания. Более мягкие мергели разрушены, более плотные известковистые песчаники образуют гребни.

Фото В Фуртеса
Туапсе

СЕВЕРНАЯ ПИЩУХА— ВРЕДИТЕЛЬ ЛЕСА

В научной литературе сложилось мнение, что северная пищуха (*Ochotona alpina* Pall.) не имеет никакого лесохозяйственного значения, так как питается исключительно травянистой растительностью¹. Между тем наши наблюдения, проведенные в горной тайге Западного Саяна (Ермаковский район, Красноярского края, верховья рек Малый Кебеж, Буйба, Черный Танзыбей), показали, что это совсем не так. В зимнем и ранне-весеннем питании северной пищухи важную роль играют древесные корма.

Наибольшие повреждения пищухи наносят древесной растительности в конце зимы и ранней весной, в период снеготаяния. В течение зимы пищухи прокладывают множество подснежных ходов,

¹ См. И. Г. Динесман. Влияние диких млекопитающих на формирование древостоев, Изд-во АН СССР, 1961; Н. Ф. Реймерс. Бурундук и северная пищуха в Прибайкалье. «Труды Восточно-Сибирского филиала СО АН СССР», вып. 9, 1960.



Молодые кедровые сосны, обгрызенные пищухами. Красная речка, 1962 г.

Фото А. Хлебникова



Ствол старой ели, обгрызенный пищухами
Фото А. Хлебникова

своеобразных «траншей», ведущих к основаниям молодых деревьев, к стволам и ветвям подлеска, пригнутого снегом к земле. Когда сходит снег и обнажаются подснежные ходы зверьков, сразу бросаются в глаза многочисленные повреждения деревьев, подроста и подлеска. Следы деятельности пищух хорошо отличимы от погрызов зайцев и мышевидных грызунов.

Наиболее охотно поедают пищухи рябину и черемуху, но не отказываются также от ели и кедра, значительно реже они повреждают березу и ветлу. Характер повреждения деревьев различных пород неодинаков. У рябины и черемухи поедается кора по всей части ствола, доступной зверькам, а также молодые побеги. У ели и кедра старше 20 лет кора объедается лишь у корневой шейки, кроме того обгрызается поверхность обнаженных корней. У подроста ели и кедра пищухи объедают кору по всей доступной части ствола, а иногда обгрызают ветки вплоть до кроны. Высота повреждений зависит от глубины снегового покрова.

Молодые деревья всех пород нередко обгрызаются пищухами вокруг всего ствола (кольцуются), в результате чего примерно половина их погибает. По проведенным нами предварительным учетам, полностью окольцованные стволы подроста ели и кедра составляют около 40% от числа всех поврежденных. При этом следует обратить особое внимание на вред, причиняемый подросту кедра — наиболее ценной породы, с очень слабым возобновлением. Роль древесных кормов в зимнем питании пищухи зависит от количества запасенного ими на зиму сена. Определенное влияние имеют и условия погоды, и высота снежного покрова (от которого зависит доступность древесной растительности). Пищухи переходят на древесный корм далеко не везде, а лишь на отдельных участках. Так, весной

1961 г. массовые повреждения шишками рябины, черемухи, пихты и кедра отмечались нами в кедрово-пихтовой тайге верховьев р. Черный Танзыйей (900—1100 м над ур. м.). В середине апреля осенние запасы были там полностью съедены, зверьками, в результате чего древесная растительность до начала мая составляла основной их корм. Повреждения рябины и черемухи были столь интенсивны, что шишку здесь можно считать конкурентом зайца-беляка.

Особенно сильно вредят шишки на свежих вырубках в кедровых лесах. При зимней рубке запасы зверьков обычно разрушаются, что вынуждает их переходить на питание древесными кормами. В результате этого уцелевший на вырубках подрост и подлесок почти полностью ими уничтожаются.

Таким образом, северная шишка в тайге Западного Саяна может оказывать существенное отрицательное влияние на возобновление леса.

*Ф. Р. Шильмарк,
А. И. Хлебников*

*Институт леса и древесины Сибирского отделения АН СССР
(Красноярск)*

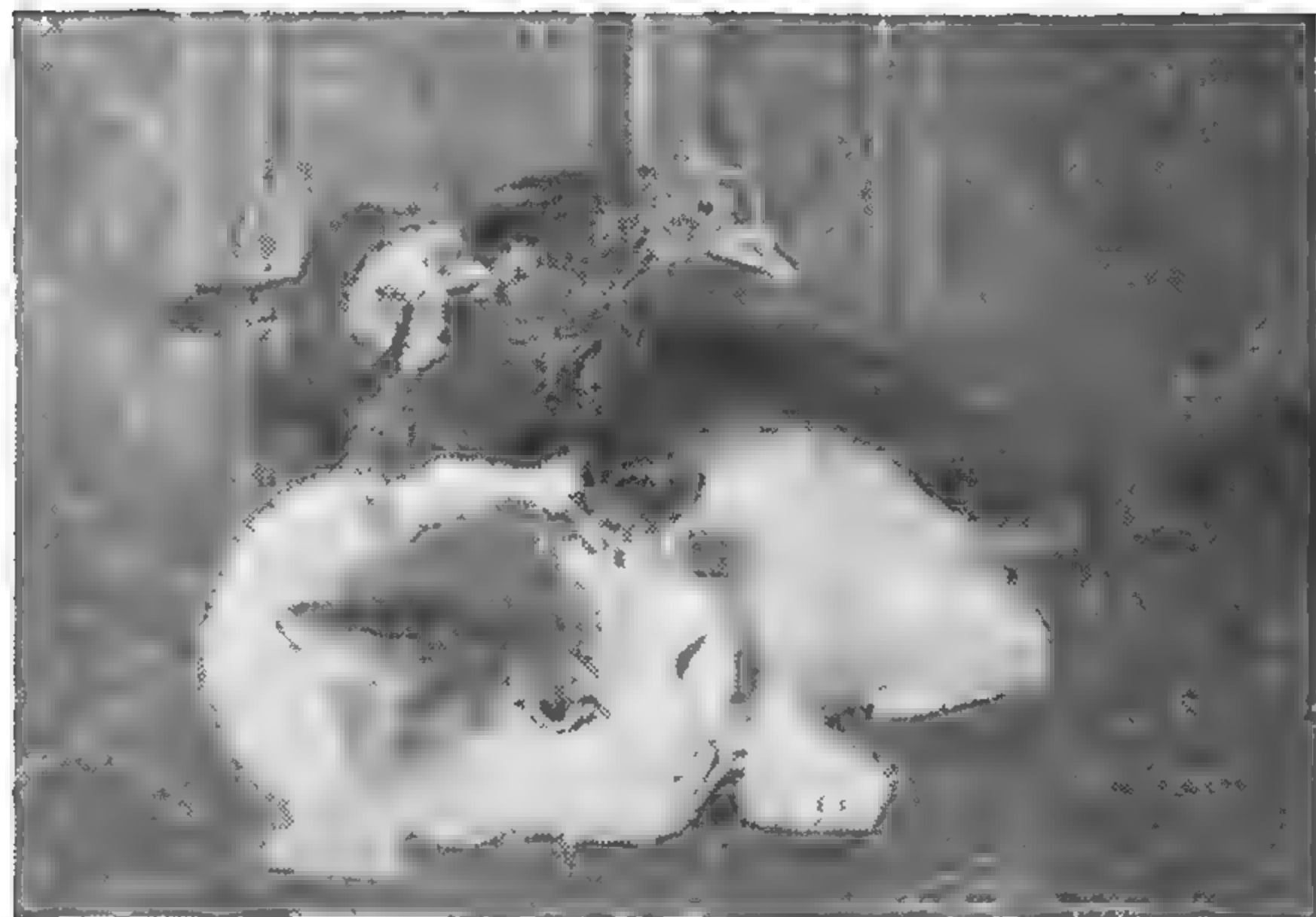
СРОСШИЕСЯ БЕРЕЗЫ



Две березы со сросшимися корневыми системами. Хехцирский опытный лесхоз Дальневосточного научно-исследовательского института лесного хозяйства.

*А. Агеев
Хабаровск*

НЕОБЫЧНАЯ ДРУЖБА



Вот так удалось приручить дикого голубя — он не только позволяет двухлетней девочке брать себя в руки и прижимать к себе, как это делают дети, но даже подружился с котом и проводит в играх с ним большую часть дня.

*В. С. Нелепеч
Ленинград*

ЩУКА ПОЙМАЛА ЧАЙКУ

Однажды, проходя по набережной Днепра, я заметил парящую над спокойной водой чайку. С бреющего полета она норовила перейти в пики и что-то поймать. Однако через несколько минут, когда я снова взглянул на нее, она отчаянно билась в воде, по-видимому, сама став чьей-то добычей.

Неподалеку я увидел моторную лодку и молодого рыбака, удившего рыбу. По моей просьбе он включил мотор и быстро подплыл к «месту происшествия». Когда он подобрал птицу, она уже едва дышала. В тот же момент он заметил уходящую крупную (длиной около 0,5 м) щуку.

Осмотрев чайку, мы установили, что рыба сначала схватила ее за лапку, а когда птица села на воду, вцепилась ей в крыло и почти перегрызла его у предплечья.

На набережной собралось много народа, и все дивились этому случаю. Но старые рыбаки рассказывали, что хищные рыбы часто подкарауливают и схватывают птиц в момент их кормежки.

*П. И. Артюхов
Киев*

СТРАННОЕ РАСТЕНИЕ

Поздней весной в травяном покрове дубовых лесов, среди крупных листьев сныти, медуницы, низкорослых куртинок копытня и других дубравных трав можно изредка встретить группы странных растений: на невысоких бледных мясистых стеблях, растущих тесными группами, сидят довольно крупные темно-розовые цветки. Это — петров крест (*Lathraea squamaria* L), интересное растение наших дубрав. Напрасно стали бы мы искать листья этого растения среди травяного покрова. Только раскопав почву, на глубине в 10—20 см можно найти мясистые подземные побеги, покрытые толстыми беловатыми чешуями которые представляют собой не что иное, как видоизмененные листья. Эти листья никогда не видят света и лишены хлорофилла, как, впрочем, и прицветники на надземных стеблях. Ведь петров крест — растение-паразит, утратившее способность к самостоятельному созданию органического вещества. У него есть корни, но они слабо разветвлены и лишены корневых волосков. Зато на корнях развиты округлые расширенные присоски, при помощи которых паразит прикрепляется к корням древесных пород и высасывает из них воду и питательные вещества. Впрочем, не исключена возможность и поглощения некоторой части питательных веществ из почвенного раствора всей поверхностью «листьев»-чешуй.

Группы петрова креста можно найти под самыми различными древесными породами, но растением-хозяином не всегда является ближайшее дерево. Древесные и травянистые корни тесно и причудливо переплетены в верхних слоях лесной почвы, и только после их тщательной раскопки и отмывки можно с уверенностью сказать, какая именно древесная порода в данном случае служит хозяином. Иногда им оказывается дерево, растущее на расстоянии нескольких метров от группы петрова креста, но широко раскинувшее свои корни.

Обычно считается, что петров крест паразитирует на ольхе и лещине. Однако нам довелось довольно



Группа растений петрова креста в травяном покрове дубового леса

часто встречать его в заповедной дубраве «Лес на Ворскле» (Белгородская обл.), где ни ольха, ни лещина не произрастают. Раскопки позволили установить, что хозяевами петрова креста были клен остролистный, осина, вяз, липа; на корнях всех этих древесных пород были обнаружены его присоски.

Свое название петров крест получил, вероятно, из-за того, что его подземные корневища при ветвлении нередко образуют фигуры, слегка напоминающие крест. Размножается он в основном вегетативно: часто оказывается, что целая группа из 20—30 растений связана общим корневищем. Но он способен также размножаться и семенами, которые образуются в довольно большом количестве в плодах-коробочках. Период цветения и плодоношения длится всего 1,5—2 месяца, и это единственное время, когда его стебли показываются над землей. Всю остальную часть года это удивительное растение проводит под землей, и мы часто даже не подозреваем о его присутствии в лесу.

Т. К. Г о р ы ш и н а

Кандидат биологических наук

Ленинградский государственный университет
им. А. А. Жданова



СОДЕРЖАНИЕ ЗМЕЙ В НЕВОЛЕ

Змеи в неволе, пожалуй, больше, чем все другие пресмыкающиеся, нуждаются в тщательном и умелом уходе. Только что пойманную змею лучше помещать в террариум, боковые стенки и верх которого закрыты бумагой или картоном. Это предохраняет животное от испуга и дает ему возможность быстрее освоиться с новыми, непривычными условиями. Иначе многие змеи, в том числе и полозы, обладающие агрессивным характером, бросаются на подходящих к террариуму людей, ранят себя о стекло и гибнут. Снимать затемнение надо постепенно, в течение двух—трех недель. Террариум ставят так, чтобы его обитатели могли постоянно видеть людей. Большинство змей скоро смиряется с заточением, подпускает к себе человека и даже позволяет брать себя в руки, не делая попыток укусить (не нужно только допускать резких движений и сдавливать змею).

Как и все пресмыкающиеся, змея — животные с непостоянной температурой тела. Поэтому помещать террариум лучше на окне, в солнечной, теплой комнате, с температурой не ниже 18 и не выше 30°. Но даже и в этих условиях животные нуждаются в дополнительном искусственном подогреве. Надо помнить, что излишне высокая температура так же вредна для змей, как и низкая. Дать исчерпывающий рецепт здесь невозможно, и поэтому число и мощность ламп устанавливается для каждого отдельного случая опытным путем. Если животные собираются под рефлектором в центре обогреваемого круга и даже забираются друг на друга, значит, обогрев недостаточен. Они должны располагаться по периферическим частям освещаемого круга, оставляя середину пустой. Обогревать удобнее всего самодельным рефлектором из листовой жести, с четырьмя электролампами по 50 *вт* (рис. 1). Тогда по желанию можно создать общую мощность в 100, 150 или 200 *вт*. На ночь рефлектор выключается. В первое время в террариум не следует ставить укрытий — пугливые животные будут подолгу там скрываться, отказываясь от пищи и обогрева.

Самое сложное при содержании змей в неволе — их кормление. Особенно трудно приучить к регулярному питанию только что пойманную змею. Если змея начала есть, то можно с уверенностью сказать, что она будет жить в террариуме долгое время. Ужей, большеглазых полозов и некоторых других змей лучше всего кормить лягушками, ядовитых змей — белыми мышами. Многие особи охотно едят полёвок, домовых мышей и ящериц. Быстро привыкая к определенному корму, змеи отказываются от всякого другого. Если в качестве корма используются лягушки, то их пускают в террариум сразу по нескольку штук. Мышей дают по одной; следующую сажают лишь после того, как съедена предыдущая. Если мышь останется в террариуме на ночь, рефлектор не следует выключать, так как холод-

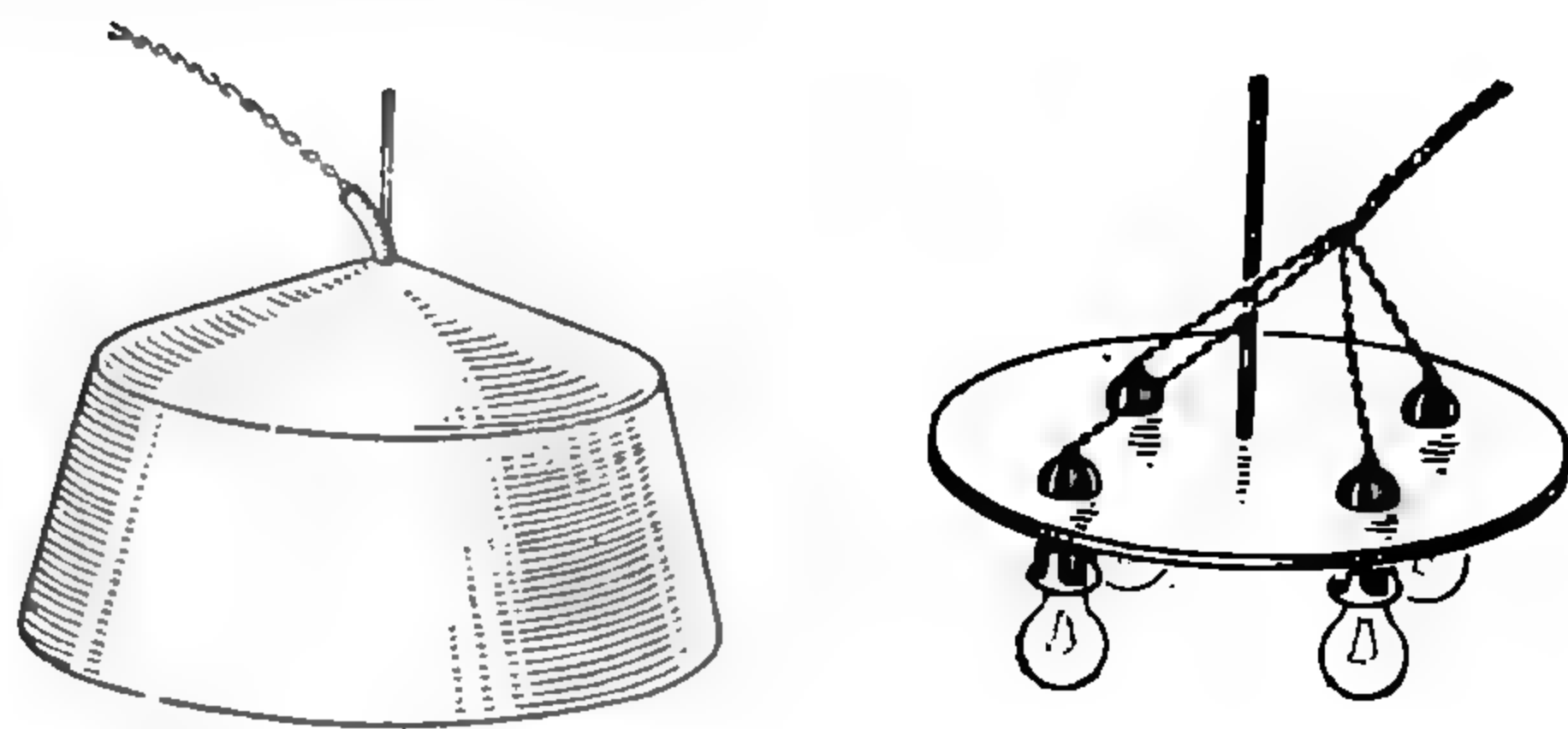


Рис. 1. Жестяной рефлектор-обогреватель на четыре лампы

ную, малоподвижную змею мышь может загрызть. После кормления змей ни в коем случае нельзя беспокоить. Взрослым особям дают корм обычно через 2—3 дня, когда полностью закончится переваривание предыдущей порции пищи.

В природных условиях змеи на зиму впадают в спячку, заползая для этого по несколько штук в норы грызунов, под корни деревьев, в пещеры или забираясь в трухлявые стволы и пни. В неволе, при правильном подогреве, змеи обычно не утрачивают активности в течение всего года. Поэтому, если животные достаточно хорошо себя чувствуют и регулярно питаются, они могут обойтись и без спячки. В случае же необходимости (например, при отсутствии подходящего корма) для спячки можно использовать специальный «зимовальный ящик» (рис. 2). Туда помещают только вполне здоровых и упитанных животных, которым до этого не дают корма в течение двух недель и содержат при комнатной температуре, чтобы их пищеварительный тракт полностью очистился. Зимовальный ящик помещают в неотапливаемую комнату или погреб с температурой воздуха от 0 до $+8^{\circ}$. Через каждые 7—10 дней мох в ящике слегка сбрызгивают водой. Период спячки длится 2—3 месяца, затем ящик переносят в теплую комнату и через 5—6 дней открывают.

Если змеи в неволе отложили яйца, то из них в специальном инкубаторе можно вывести детенышей (рис. 3). Для нормального развития зародышей необходимо два основных условия: достаточно высокая температура (27°) и влажность. На ночь подогрев можно выключать, так как кратковременные понижения температуры вреда не причиняют, перегрев же, напротив, действует губительно. Под инкубатор можно использовать аквариум, куда насыпается ровный слой сырого песка, затем ставится тарелка

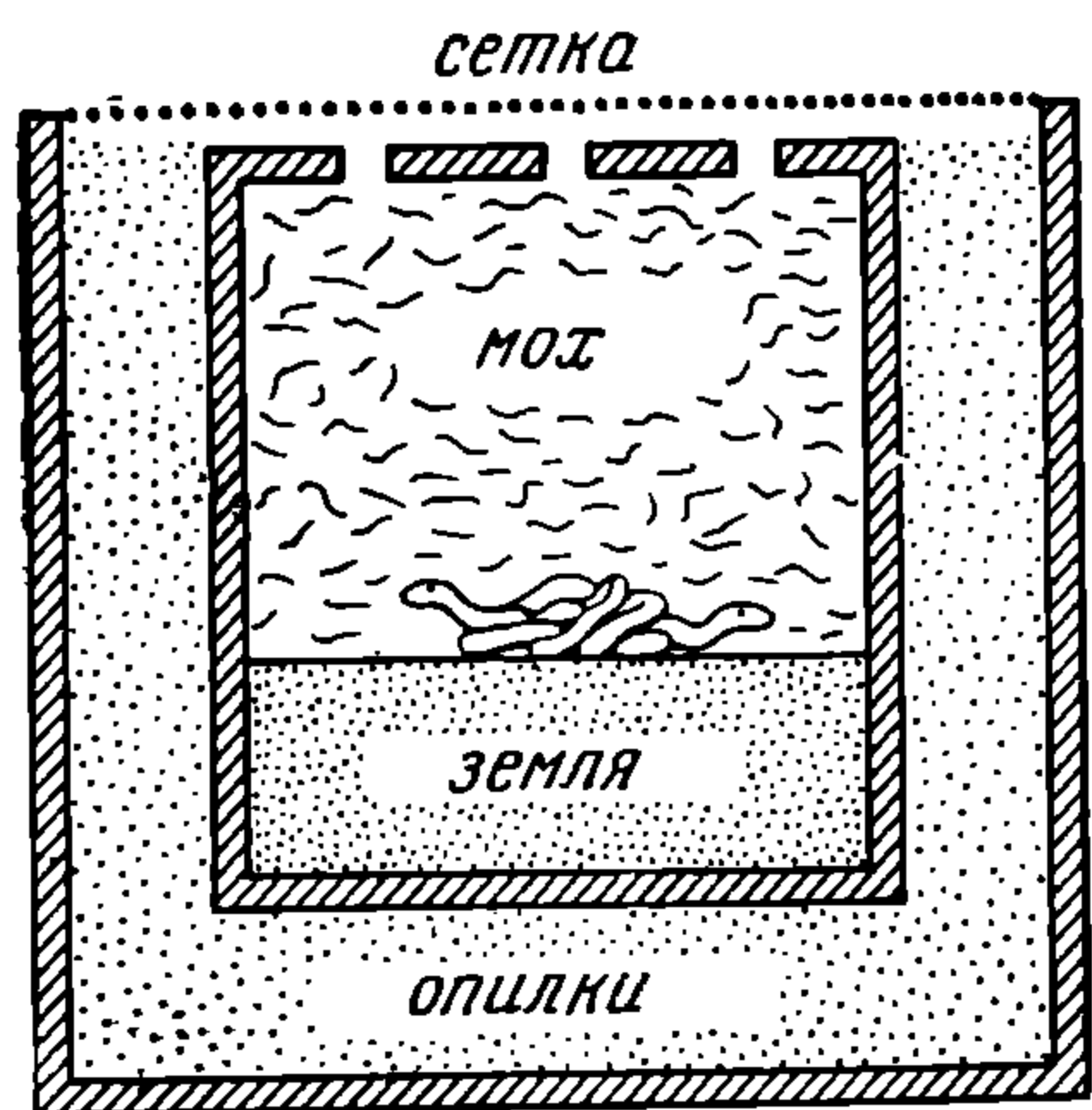


Рис. 2. Зимовальный ящик для змей

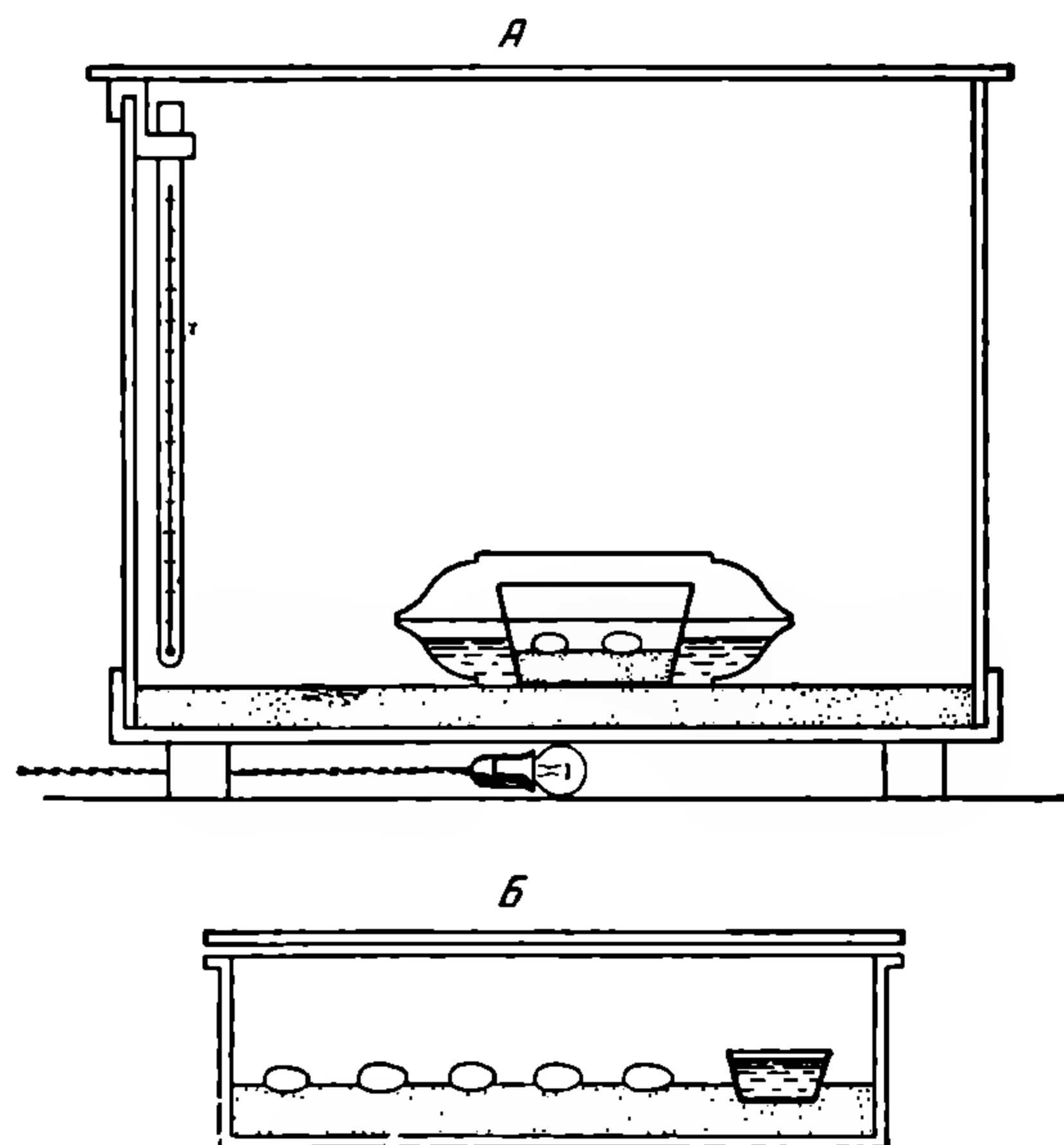


Рис. 3. Инкубаторы для змеиных яиц. Инкубатор, сделанный из аквариума (А), инкубатор из плоской стеклянной банки (Б)

или миска с водой. В нее устанавливается плоская банка с сырым песком, на который и выкладывают яйца. Сверху тарелку закрывают другой тарелкой. Аквариум закрывают стеклом, а снизу помещают электрическую лампу. Для контроля за температурой в аквариум помещают термометр. Яйца нужно ежедневно осматривать и в случае появления на них плесени удалять ее. Песок необходимо слегка смачивать по краям так, чтобы вода не попадала на яйца.

Выращивание молодых змей — дело хлопотливое, но очень интересное. В первое время молодые змеи не питаются, используя остатки яичного мешка. Через несколько дней они уже выходят из укрытий и греются под рефлектором. Тогда надо начинать приучать их к корму, который в первое время должен состоять из новорожденных ящериц или головастиков (для ужат), а затем уже из новорожденных мышат, смазанных кровью ящерицы.

Для желающих более подробно ознакомиться с образом жизни змей и условиями их содержания в неволе мы можем порекомендовать ряд книг¹.

В. Е. Ф л и н т

Кандидат биологических наук
Москва

¹ См. Э. Баде. Террариум, его устройство и содержание, СПб; П. В. Терентьев, С. А. Чернов. Определитель пресмыкающихся и земноводных, Изд-во «Советская наука», 1949; В. В. Черномордилов. Как содержать пресмыкающихся (Краткое руководство по устройству террариума и содержанию ящериц, змей и черепах), Издание Московского зоопарка, 1950.

НОВЫЕ МОЛЛЮСКИ ИЗ ТРОПИЧЕСКИХ ВОДОЕМОВ

Авторы книг для аквариумистов, изданных в последнее время в нашей стране, стараются убедить читателей, что главным объектом аквариума, подчиняющим себе все остальные, являются рыбы. Многочисленные виды рыб, ввезенные в свое время из разных уголков земного шара и акклиматизированные в аквариумах, безусловно представляют большой интерес для наблюдательного натуралиста. В то же время никак нельзя согласиться с теми, кто уделяет все внимание только рыбам в ущерб другим обитателям аквариума. Ведь встречается немало растений и животных, которые значительно интереснее для любителя, чем многие рыбы. К ним, безусловно, относятся моллюски, о которых нам хочется рассказать в этой заметке.

В реках Южной Америки встречается брюхоногий моллюск *Ampullaria australis*. Раковина этой улитки несколько напоминает по форме раковину нашей обычной лужанки, но значительно больше ее. Высота раковины 5—6 см, она коричневая, с продольными бурыми полосами или сплошь бурокоричневая. Раковина снабжена крышечкой, так что вынутый из воды моллюск, закупорившись ею, может длительное время находиться без воды и хорошо выдерживает пересылку по почте. Нога взрослой улитки шириной в 3—4 см и длиной в 8—10 см; по сторонам рта щупальцы длиной до 1 см, выше расположены темные выпуклые глаза, а над ними еще одни щупальцы длиной в 7—9 см. Они очень подвижны, постоянно ощупывают все вокруг, могут поворачиваться совсем назад, а в состоянии покоя закручиваются в спираль.

Ампулляррии относятся к моллюскам с двойным дыханием (жаберным и легочным) наподобие наших катушек. Интересно наблюдать за тем, как улитка набирает запас воздуха. Время от времени она выставляет слева из раковины складку кожи, свернутую трубочкой. Длина этой трубочки может достигать до 10—12 см. Достигнув поверхности воды, улитка открывает на конце трубочки отверстие и начинает головой и передней частью тела ритмично накачивать воздух в легочный мешок. Сделав 10—15 движений, она погружается на дно.

Ампулляррии питаются мягкими растениями, ряской, сальвинией и др. Можно кормить их салатом, подорожником. Излюбленное лакомство улиток — свежее мясо, сухая дафния, хлеб. Обоняние у них развито очень сильно. Если в аквариум бросить свежее мясо, то уже через 4—5 мин. улитки со всех концов сползаются к корму.

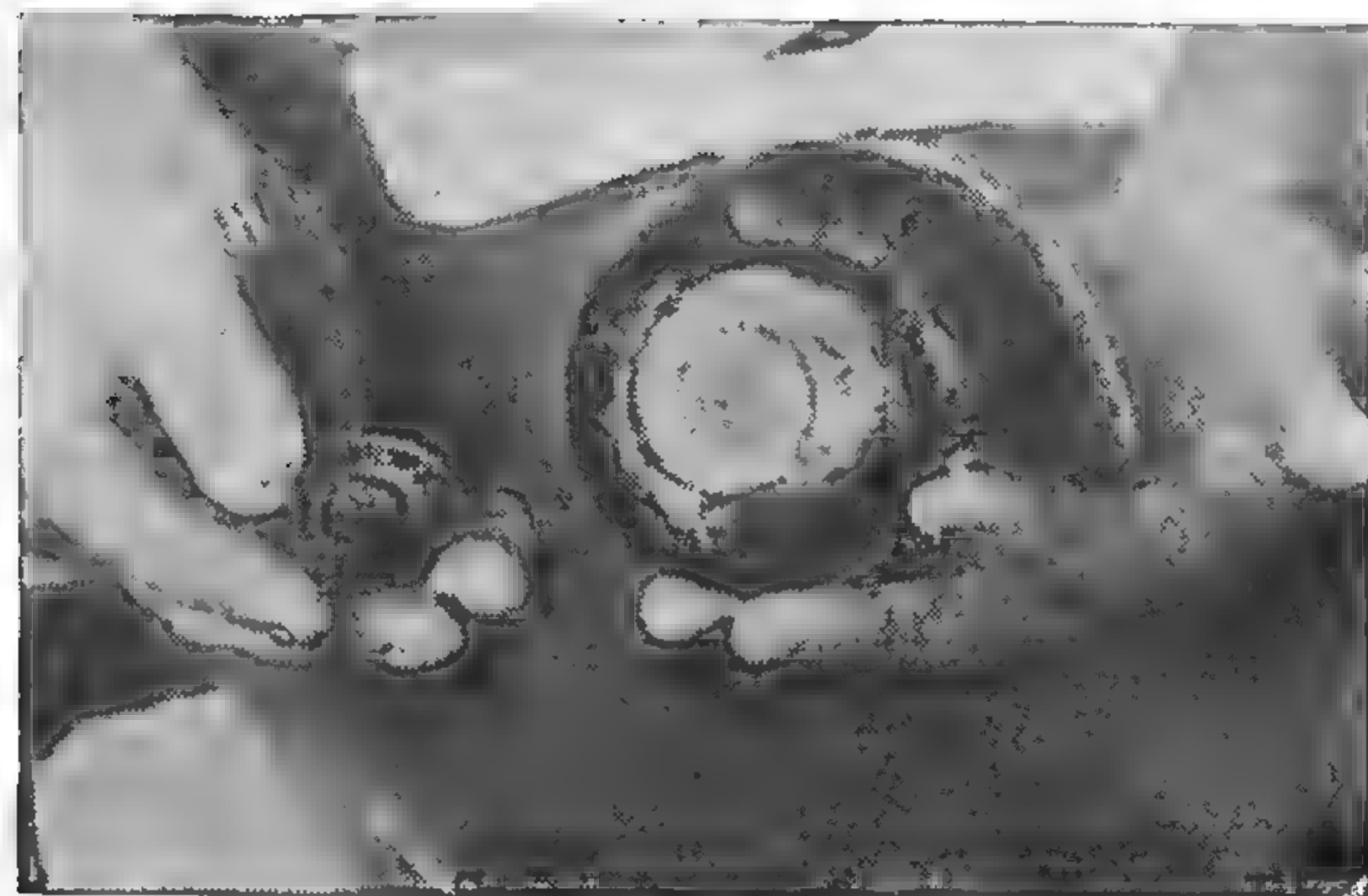
Учитывая прожорливость ампулляррий, держать их в аквариуме с ценными растениями, конечно,

нельзя. Кроме того, от салата, мяса и других подобных кормов вода мутнеет и портится. Поэтому мы рекомендуем содержать их при следующих условиях: в качестве декоративных растений можно использовать *Elodea densa*; как известно, сок этого растения ядовит, и поэтому обитатели аквариума, в том числе и ампулляррии, его не едят. Воду необходимо пропускать через фильтр или помещать в нее живых дафний. Если же она обильно аэрируется, то ее можно заселять гуппи и сомиком коридорасами (более крупные рыбы вредят моллюскам). При таком уходе ампулляррии чувствуют себя хорошо и выглядят очень эффектно.

Оригинален способ размножения этих улиток. Когда наступает весна, самец начинает преследовать самку. Если она еще не готова к спариванию, она быстро уплывает от него. Самец пускается в погоню, но когда он настигает свою избранницу, она резким движением раковины сбивает его и он валится набок. Затем погоня возобновляется, и все повторяется сначала. Наконец спаривание произошло. Когда икра созреет, самка ампулляррии стремится вылезти из воды (поэтому аквариум надо закрывать) и ползает по стенкам и крышке над водой, ощупывая их, пока не найдет места для кладки. Кладка состоит из ярко-красных икринок, размером в 2,5—3 мм.

Постепенно икра твердеет, оболочка ее приобретает серебристый оттенок. При температуре 25—26° через 11—12 дней начинается выклев. Молодые улитки падают в воду, добираются до листьев растений и тут же начинают их есть.

Но есть и более экзотический моллюск этого рода *Ampullaria gigas*, поистине настоящий гигант по сравнению со своими сородичами — высота его ра-



Ampullaria australis — слева; *A. gigas* — справа

ковины достигает 16—18 см, а тело серо-синего цвета, с мелкими золотистыми пятнами, глаза с оранжевым, иногда рубиновым ободком. Верхние щупальца достигают 10—12 см длины, нога может вытянуться на такую же длину при ширине в 3—4 см. Улитки эти менее подвижны, но более требовательны к температуре (не ниже 22°) и качеству воды, которая должна быть всегда свежей, богатой кислородом. Любопытна особенность этих моллюсков «вставать на дыбы», т. е., закрепившись на субстрате одной задней третью ноги, поднимать передние две трети вверх и щупальцами определять, далеко ли до поверхности.

Третий новый моллюск, которого мы можем рекомендовать для аквариума, это *Melania tuberculata*, житель малайских водоемов. Раковина этого брюхоногого спирально закручена, сильно вытянута и заострена.

Большую часть времени эти моллюски проводят в грунте аквариума, выползая лишь в сумерках.

Они поедают детрит, образующийся из различных выделений других аквариумных обитателей, и тем самым устраняют «муть». Вода в аквариуме, где есть мелании, всегда кристально чистая, они как бы служат живым фильтром. Стоит в аквариуме нарушиться нормальному ритму жизни, как мелании, дышащие жабрами, тотчас это почувствуют. Если улитки в массе выползают к поверхности в светлое время, значит в аквариуме что-то не в порядке.

Мелании живородящи, и новорожденные улитки очень мелкие (высота раковины около 1 мм). Они служат лакомой добычей для некоторых рыб.

В заключение хотелось бы поблагодарить зарубежных коллег, г-на К. Мёллера (Гота, ГДР), д-ра Р. Килиаса (Берлин, Зоологический музей) и г-на Р. Соколова (Пальметто, США), любезно приславших нам описанных моллюсков.

М. Д. М а г л и н

Ленинград

МАНДАРИНЫ МИАГАВА-ВАСЕ

Мандарин Миагава-Васе относится к карликовым раннеспелым сортам. Первые особи мандарина Миагава-Васе завезены в 1936 г. из Японии экспедицией Г. Шлыкова и Л. Канчавели. Для первоначального испытания в условиях влажных субтропиков Западной Грузии они были высажены в коллекции мандаринов Сухумской опытной станции субтропических культур ВИРа.

Мандарин Миагава-Васе — почковое изменение мандарина Дзайрай-Уншиу. Он сильно отличается от материнского растения карликовым ростом, ветки его многочисленны и мелкие. Слегка приплюснутые плоды крупнее не только плодов мандарина Дзайрай-Уншиу, но даже плодов других карликовых раннеспелых сортов. Кожура очень тонкая, блестящая, темно-оранжевого цвета, плотно прилегает к мякоти и хорошо от нее отделяется. Мякоть очень высокого качества. Плоды созревают на 20—25 дней раньше, чем плоды обыкновенного Уншиу типа Овари — в начале октября. Плодоношение обильное и ежегодное. Период плодоношения наступает примерно на год раньше.

Нужно отметить морозостойкость мандарина Миагава-Васе. В коллекции мандаринов станции в суровую зиму 1949—1950 г., когда температура доходила до —9, —11°С, все образцы обыкновенного Уншиу типа Овари сильно пострадали: часть из них погибла, а часть очень слабо цвела и плодоносила. Все деревья Миагава-Васе на том же участке со-

хранились без всякого повреждения, цвели и плодоносили очень хорошо.

С целью получения карликовых гибридов и нуцеллярных сеянцев с ранним сроком созревания в течение ряда лет нами проведены скрещивания мандарина Миагава-Васе и других карликовых раннеспелых сортов с различными другими цитрусовыми. В результате нам впервые удалось получить до 300 штук сеянцев гибридного и нуцеллярного происхождения.

Ценной оказалась работа, проведенная О. Мегрелишвили. В 1947 г. на одном приусадебном участке (в Кобулетском районе) он обнаружил на старом дереве Уншиу ветку со зрелыми плодами. Плоды были зрелые, листья необыкновенно маленькие. Измененная ветка была размножена. В вегетативном потомстве ее признаки повторились. Детальным изучением установлено, что раннеспелость плодов и мелкий размер листьев — свойства, наследственно закрепленные. Массовое размножение и последующие испытания показали, что это почковое изменение типа Васе.

Приведенный пример — пока единственный убедительный факт выявления в условиях влажных субтропиков Западной Грузии изменений типа Васе. В настоящее время массовому размножению сорта Миагава-Васе, как самому лучшему, уделяется большое внимание

В. К. Я к о б а ш в и л и

Сухумская опытная станция субтропических культур ВИРа



АСТРОНОМИЧЕСКАЯ КАРТИНА МИРА

Ю. Г. Перель
РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ
О ВСЕЛЕННОЙ

Физматгиз, 1962, 391 стр.

Нельзя не приветствовать второе, пересмотренное и дополненное издание единственной в своем роде книги, дающей широким читательским кругам хорошее представление о современных задачах и достижениях астрономической науки в области изучения нашей звездной системы — Галактики и ее звездного населения, а также Метагалактики. В этом — главная ценность книги. Стремление автора довести изложение вплоть до «сегодняшнего дня» делает ее интересной и для специалистов — астрономов.

Описание развития идей о строении Вселенной, начиная с древнейших времен, создает исторический фон для характеристики современной астрономической картины мира.

В некоторых случаях автор находит новый аспект освещения той философской борьбы, которая велась вокруг проблем, выдвигаемых астрономией на различных этапах ее развития. С этой точки зрения интересна глава, посвященная обострению борьбы материализма и идеализма в связи с известной дискуссией об «островном» строении Вселенной. Она достигла кульминации в 1920 г., в споре между двумя виднейшими американскими астрономами Кертисом и Х. Шепли по поводу физической природы и линейных масштабов «внегалактических туманностей», как в то время называли галактики. Автор убедительно показывает, что эта дискуссия по сути дела сводилась к спору по «вечному» вопросу относительно



конечности и бесконечности Вселенной.

Можно пожалеть о том, что автор в своем повествовании обходит некоторые важные вопросы, по-видимому, на том основании, что они не решены наукой. Так, в книге, посвященной изложению развития представлений о Вселенной, следовало отвести подобающее место проблеме круговорота материи и излучения, ибо в общей картине мира она играет не менее важную роль, чем, например, изучение взаимосвязи между живой и неживой материей. Проблема круговорота материи имеет большую и содержательную историю, хотя, к сожалению, за последние 25—30 лет перестала разрабатываться.

То же можно сказать и о проблеме «потухших» звезд. Несомненно, что с окончанием процесса

излучения звездное вещество в виде «потухшей» звезды остается в Галактике. Такие звезды за время жизни звездной системы должны накапливаться, образуя в ней своеобразное звездное «кладбище». Какова их дальнейшая судьба? Не открывается ли здесь возможность одного из круговоротов материи во Вселенной? Эта проблема еще не решена, но она тоже имеет большую и поучительную историю и, по моему мнению, о ней следовало бы сказать.

Последняя глава в книге Ю. Г. Переля дает интересный, хотя и очень краткий исторический очерк развития идей об обитаемости миров. Можно, однако, упрекнуть автора в том, что он в слишком категорической форме отстаивает тезис: «жизнь — это форма существования белковых тел». Если он верен для жизни в земных условиях, то утверждение его универсальности для любых небесных тел недостаточно оправдано.

В книге неоднократно, (например, на стр. 356) говорится о том, что «научное познание... развивается закономерно в процессе непрерывного расширения и углубления границ познанного». Однако порой автор противоречит себе. Так, говоря о системе мира Птолемея, он правильно указывает, что заложенный в ее основе геоцентризм стал впоследствии тормозом для развития более совершенной и физически более обоснованной теории Коперника. Но наряду с этим он подчеркивает (стр. 47) ее «ошибочный» характер и говорит, что только теория Коперника отражает «реальные» дви-

жения планет около Солнца (стр. 350). В действительности теория Птолемея полностью решала исторически поставленную перед ней задачу: дать теорию, позволяющую вычислять видимые движения планет по небу. Нетрудно показать, что теория Птолемея с ее эпициклами эквивалентна разложению в тригонометрический ряд видимых движений планет.

Отметим некоторые из мелких неточностей, которые необходимо устранить при подготовке следующих изданий. Так, ошибочно указано, что согласно взглядам Тихо Браге, Луна обращается вокруг Солнца (стр. 88). На стр. 164 говорится, что Эйлер в берлинский период своей жизни (1741—1766) не состоял членом Петербургской академии наук. На самом деле он продолжал им быть и даже получал свое жалование (см. БСЭ).

Автор считает, что В. Гершель в 1783 г. не смог определить ско-

рость движения Солнца «в тех или иных единицах» из-за малого числа использованных им звездных собственных движений (стр. 177). Это неверно. Во-первых, солнечное движение им было определено в единицах собственных движений (секундах угла в год). Во-вторых, невозможность выразить скорость Солнца в линейных единицах (километрах в секунду) проистекала от незнания Гершелем звездных параллаксов (расстояний). Малочисленность звезд здесь совершенно ни при чем. Именно в попытке измерить звездные параллаксы Гершель предпринял свои наблюдения двойных звезд. Но об этом характерном обстоятельстве в книге умалчивается.

Нельзя утверждать, что белые карлики образуют сравнительно немногочисленную группу звезд (стр. 264). Мы знаем действительно небольшое число таких звезд,

но это происходит от их малой светимости, а не от малочисленности. Звездная плотность в Галактике, в окрестности Солнца, ровно в 10 раз меньше, чем это указано на стр. 273.

Книга снабжена большим числом иллюстраций, главным образом портретов видных советских и зарубежных астрономов, наших современников и предшественников. Качество репродукций неодинаково. Бумага, на которой напечатана книга, оставляет желать лучшего.

Хочется еще раз пожелать, чтобы отмеченные промахи были учтены в следующем издании, так как эту книгу с большим вниманием прочтет каждый, кто интересуется современными достижениями науки о строении Вселенной.

Профессор К. Ф. Огородников

Ленинградский государственный университет им. А. А. Жданова

ИСТОРИЯ РЕЛЬЕФА АРМЯНСКОГО НАГОРЬЯ

ГЕОЛОГИЯ АРМЯНСКОЙ ССР

Т. I—Геоморфология
Изд-во Армянской ССР, 1962,
586 стр.

Поверхность Армянской республики исключительно своеобразна. Это горная страна, в облике которой господствуют вулканические покровы и конусы вулканов. Средняя высота поверхности Армении составляет 1700 м, т. е. почти втрое больше средней высоты всей Азии.

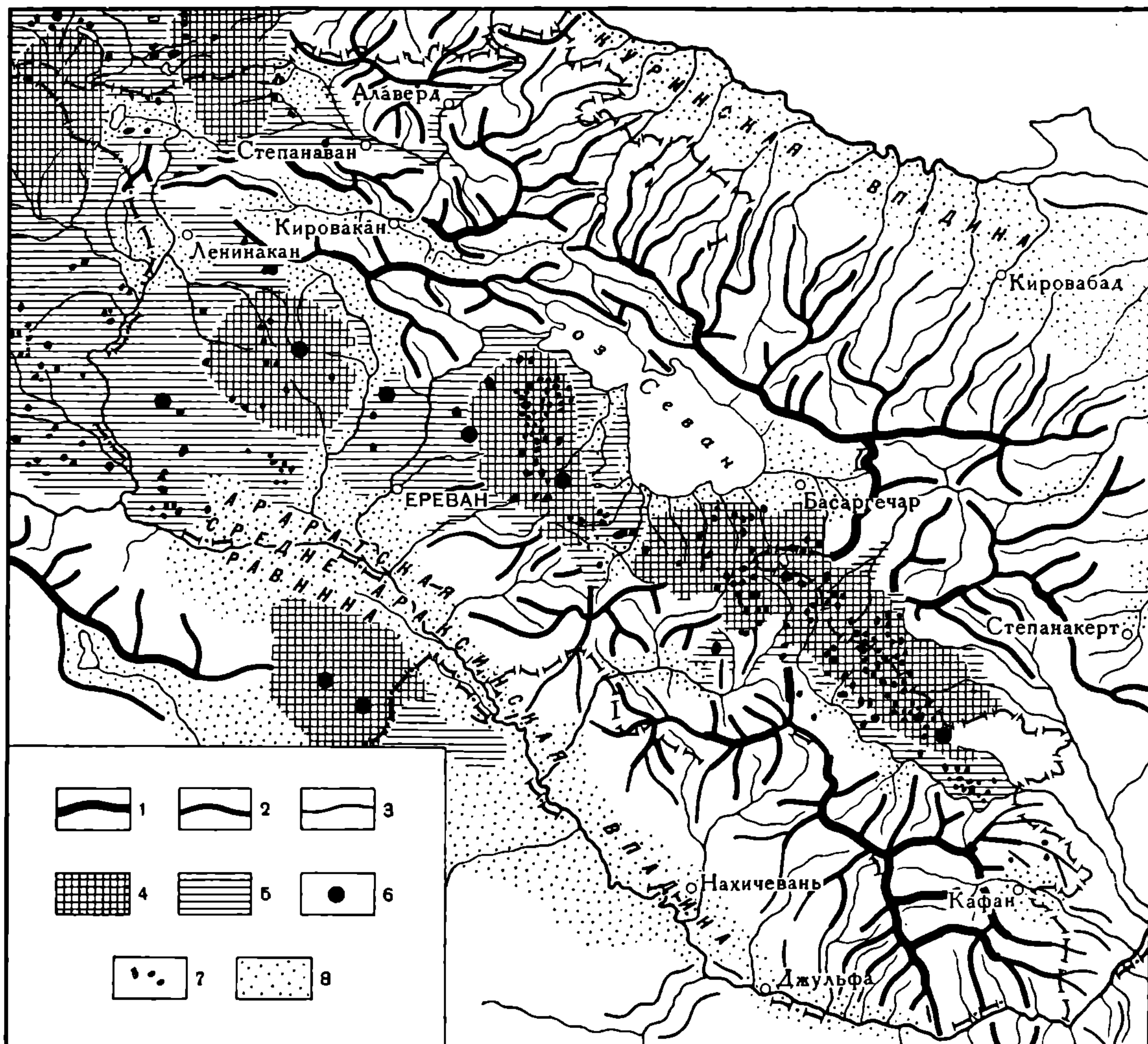
Изучение рельефа Армении началось еще во второй половине прошлого века. Однако систематическое исследование ее поверхности было осуществлено за годы Советской власти. Первый из семи предполагаемых томов коллективного труда армянских ученых показывает, что учение о геоморфологии Армении создано исследователями новейших поколений.

В небольшой рецензии невозможно, конечно, дать представление о содержании каждой главы монографии. Поэтому ограничимся очень кратким обзором изложенной в книге концепции.

Рельеф Армянского нагорья изменялся, конечно, на протяжении всей геологической истории Армении. Однако современные его черты унаследованы от сравнительно молодого геологического прошлого. Только в первой половине третичного периода значительная часть Армении становится сушей, на которой уже улавливаются многие черты современной поверхности. В результате сводового поднятия формируется междуречье Куры и Аракса, а прогибы обозначают в дальнейшем эти две главные долины, в них находились морские заливы. В то же время горная территория пересекалась большой долиной, позднее переставшей существо-

вать. Обращает на себя внимание северо-западное и юго-восточное направление древних долин (Кавказское направление). Оligоценовое время характеризовалось также деятельностью вулканов, еще не имевшей, однако, той напряженности, которой достиг вулканизм в более позднее время (миоцен — плиоцен).

Итак, образ современного рельефа Армении проступает уже около 50 млн. лет тому назад. По мере приближения к современности, развитие поверхности республики становится весьма бурным. Авторы монографии прослеживают его во многих деталях. Поднятия (своды) и опускания (прогибы) развивались сопряженно, но роль поднятий господствовала и высота поверхности, в общем, возрастала. Вертикальные движения поверхности имели колебательный характер. Ритм колебательных движений подчинял



Орографическая схема Армянской ССР и прилегающих районов. Складчатые и складчато-глыбовые хребты от 2800 и выше м высоты (1), 1500—2800 м (2), до 1500 м (3). Вулканические нагорья: крупные щитовидные массивы (4), лавовые туфовые равнины и плато (5), стратовулканы и энтузивные конусы (6), шлаковые и эруптивные конусы (7), межгорные котловины (8)

себе и ритм денудационных процессов¹ внутри нагорья и ритм ингрессий морей² в котловинах. Денудационные процессы создавали молодые, сменявшие друг друга поверхности выравнивания. Ингрессии морей происходили еще в плиоцене (акчагыле).

Рисунок речной сети услож-

¹ Денудация — совокупность процессов разрушения горных пород на поверхности Земли и переноса продуктов разрушения в пониженные участки, где происходит их накопление.

² Ингрессия — наступление моря на сушу, при котором оно образует заливы в низменных участках.

нялся по мере того, как речные перехваты и другие процессы создавали новое — поперечное направление долин, так что они приобрели коленчатый характер. Большая продольная долина, пересекавшая нагорье в олигоцене, превратилась в отдельные котловины, разделенные возвышенными перемычками. В котловинах накопились мощные толщи рыхлых отложений.

Вулканизм, вообще столь характерный для Армении, — усилился в верхнем олигоцене —

нижнем миоцене и в плиоцене (мэотисе). Возникли большие лавовые покровы и потоки, а среди центров извержений наметился, например, Арагац. Извержения происходили главным образом по тектоническим разрывам, образовавшимся во время поднятий поверхности.

Уже в среднем плиоцене создается высокогорный рельеф Армении. Общая высота поднятий достигла 2 км, а за послебакинское время — 700 м. К верхнему плиоцену на самых высоких вул-

канических конусах и хребтах появились ледники. В результате этих процессов поверхность Армении к началу четвертичного периода стала уже весьма похожей на современную.

Явлением, характерным для четвертичного периода, было оледенение гор. На высоких вулканических нагорьях и конусах вулканов (Арагац и другие) образовались даже небольшие покровы льда, а долинны ледники достигли длины 12 км. История оледенения протекала очень сложно, в связи с одновременным влиянием многих климатических и геоморфологических факторов. Тем не менее авторы считают возможным наметить несколько эпох оледенения, общих для всей Армении: в верхнеплиоценовое (апшеронское) время, в среднем плейстоцене (максимальное развитие ледников) и в верхнем плейсто-

цене. Следует иметь в виду, что межледниковые отложения, непосредственно разделяющие ледниковые толщи в Армении, неизвестны, а возрастные соотношения ледниковых отложений и осадков, содержащих кости трогонтериевого слона и других млекопитающих, найденных в Армении, не могут быть в настоящее время установлены с достаточной определенностью¹.

Из многих частных вопросов, затронутых в книге, интересна история оз. Севан. На место современного Севана море проникло еще в сармате, а лагунные и озерные условия установлены для плиоцена. Современная котловина образована тектоническим погружением — прогибом поверхности и ее опусканием по линиям

¹ См. Л. А. Авакян. Четвертичные ископаемые млекопитающие Армении. Изд-во АН Армян. ССР, 1959.

разломов земной коры и отчасти лавовыми запрудами. Озеро испытало большие изменения и на глазах человека. Еще 5000 лет назад, в период ранней бронзы, уровень озера находился ниже современного на 45—46 м и затем повысился.

Таковы некоторые теоретические выводы монографии. Но она уделяет много внимания и вопросам практического значения рельефа. Им посвящена целая глава, содержащая оценку геоморфологических условий для гидротехнических сооружений, водоснабжения нагорий, защиты путей сообщения от разрушительных обвалов, селей и снежных заносов, использование геоморфологических методов в поисках россыпных месторождений и т. д.

Профессор К. К. Марков

Москва

ВИДНЫЙ УЧЕНЫЙ—ГРАЖДАНИН

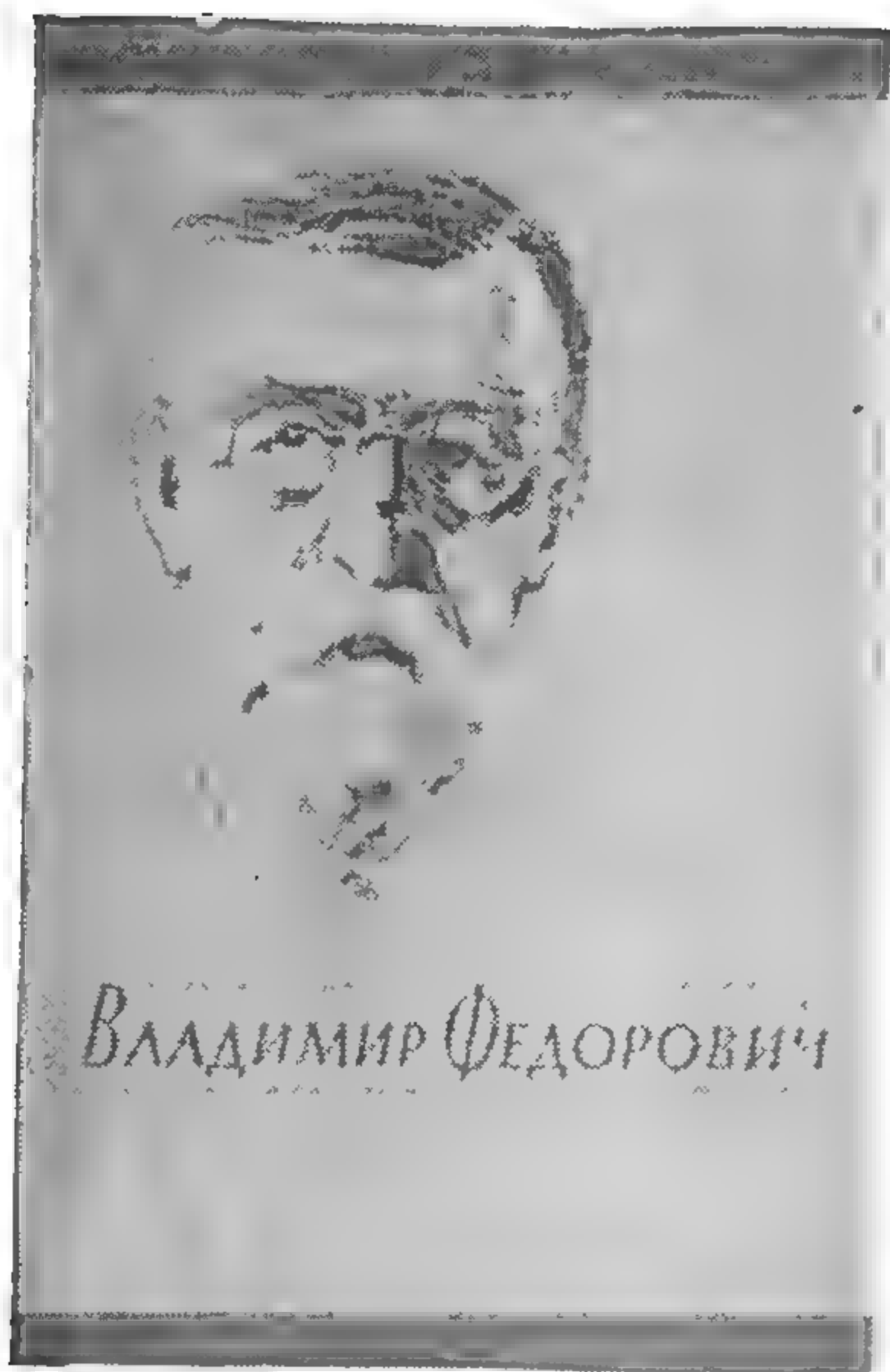
Ю. И. Соловьев,
П. И. Старосельский

ВЛАДИМИР ФЕДОРОВИЧ
ЛУГИНИН

Изд-во АН СССР, 1963, 143 стр.,
ц. 38 коп.

Огромный интерес к жанру научной биографии объясняется тем, что в этих книгах читатель находит не только рассказ о многогранной жизни ученых, но и о зарождении и развитии самой науки, об ее основных проблемах. К такого рода литературе относится и научная биография Владимира Федоровича Лугинина (1834—1911) — замечательного человека и крупного ученого XIX в.

В. Ф. Лугинин по праву считается основоположником отечественной термохимии — одного из разделов физической химии, изучающей энергетику химических превращений. Термохимические исследования имеют решающее



значение и в наши дни, помогая выяснению таких фундаментальных теоретических проблем, как измерение «сил» химического срод-

ства и изучение строения соединений, в особенности органических.

В книге приведено много новых материалов о жизни и деятельности крупного ученого и видного общественного деятеля, основанных на малоизвестных архивных данных. В. Ф. Лугинин показан как человек передовых идей и энтузиаст науки, который много работал и в области социальных проблем. Он принадлежал к числу наиболее прогрессивных представителей русской интеллигенции, был близким другом Огарева и Герцена. Хорошо знал и высоко ценил Лугинина также Н. Г. Чернышевский. Окончив артиллерийское училище, В. Ф. Лугинин в 1855 г. участвовал в обороне Севастополя. «Впоследствии, уже будучи известным ученым, он часто в кругу близких друзей рассказывал о боях в Севастополе,

о бесстрашии русских солдат, о жившем в одной с ним палатке другом молодом артиллерийском офицере — Льве Николаевиче Толстом» (стр. 17).

Крупный ученый, В. Ф. Лугинин живо откликался на события общественно-политической жизни, выступал борцом за передовые идеи. Когда Гарибальди для участия в походе на Рим вербовал волонтеров-офицеров, Лугинин одним из первых отозвался на призыв великого итальянца.

Хотя рецензируемая книга и не научное исследование, но и в ней (V—VII главы) подробно излагаются не только научные взгляды Лугинина, но и обсуждаются спорные вопросы науки. Русский ученый работал в европейских лабораториях всемирно известных химиков Бертло, Эрленмейера, Реньо, Бунзена, Вюрца, Клаузиса и др., слушал их

лекции, публиковал совместные работы. Его хорошо знали и знаменитые физики Кирхгоф и Гельмгольд. В книге отражены отдельные эпизоды, свидетельствующие о большом научном авторитете талантливого русского ученого, обогатившего науку новыми исследованиями и открытиями.

Педагогическая деятельность В. Ф. Лугинина протекала в Московском университете, где он читал курсы термохимии, термометрии и калориметрии. Специальная глава (VI) посвящена этому периоду жизни ученого, создавшего на свои средства термическую лабораторию, лучшую в то время не только в России, но и в западной Европе, которую впоследствии он передал в дар университету.

Ценное исследование Лугинина по определению величины удельной теплоемкости, скрытой теплоты испарения жид-

кости «можно не обинуясь назвать классической». Выдающиеся современники ученого справедливо считали, что «метод определения теплоты горения различных соединений, разработанный Лугининым,— новый шаг по пути усовершенствования техники термохимического эксперимента». Авторы книги публикуют новые материалы о творческой дружбе В. Ф. Лугинина с Д. И. Менделеевым, который высоко ценил его термохимические исследования.

Термохимические исследования Лугинина имеют теперь только историко-научный интерес, так как методика и точность измерений ушла далеко вперед. Однако без работ ученых прошлых поколений, особенно Гесса, Томсена, Бертло, Лугинина, был бы немислим столь большой успех химии наших дней.

С. Я. Плоткин
Кандидат технических наук
Москва

ОВОЩЕВОДСТВО ПРИ ИСКУССТВЕННОМ ОСВЕЩЕНИИ

СБОРНИК ТРУДОВ ПО АГРОНОМИЧЕСКОЙ ФИЗИКЕ

Вып. 9, Изд-во сельскохозяйственной литературы, журналов, плакатов, 1962, 220 стр., ц. 92 коп.

Недалек тот день, когда в нашей стране будут созданы «фабрики овощей» с искусственным освещением. Об этом, в частности, говорят успехи лаборатории светофизиологии Агрофизического института, руководимой проф. Б. С. Мошковым. Так, например, в течение года с 1 м² площади, облучаемой электрическими лампами накаливания, здесь удается получить шесть урожаев томатов, что в сумме составляет 100 кг зрелых плодов. Конечно, при этом благоприятны были и другие условия среды, способствующие высокой про-

дуктивности и скороспелости растений. Однако на пути создания «фабрик овощей», как отмечает акад. А. Ф. Иоффе в статье, открывающей сборник, в настоящее время стоит высокая стоимость самих ламп и их эксплуатации. Снижение стоимости, создание новых ламп, физиологически и экономически более выгодных, чем лампы накаливания — один из путей широкого внедрения светокультуры в растениеводство (овощеводство) умеренной и северной зон Советского Союза.

В сборнике приводятся исследования Б. С. Мошкова, М. В. Чулановской, Э. Ф. Алпатовой и др. о влиянии спектрального состава на фотопериодическую реакцию растений, их развитие, клубнеобразование, пигментобразование и т. д. Показано зна-

чение одностороннего освещения на расположение стеблей, объемного освещения при выращивании растений, различного светового режима (актиноритмы) и т. д. Заслуживают внимания данные В. И. Дмитриевой о влиянии солнечного освещения на биологические особенности и урожайность гречихи в зависимости от размещения растений, густоты посева в поле. Некоторое место уделено вопросам влияния ионизирующих излучений, в частности γ -лучей, на рост, движение растений, транспирацию (В. Г. Карманов), жизнеспособность проростков из облученных семян.

Большое значение имеет серия работ, посвященных различным методическим вопросам, связанным со светокультурой растений. Описано устройство для управ-

ления световым режимом фото-периодических кабин (О. В. Иванов), позволяющее производить программирование светового режима по нескольким каналам, установка для одновременной регистрации поступления воды в корневую систему растения, транспирации и изменения веса зеленой массы. Сконструирован В. Г. Кармановым и др. полупроводниковый болометрический при-

емник лучистой энергии. Заслуживают внимания методы автоматической регистрации процессов газообмена у растений. Разработка этих и других методов — несомненная заслуга лаборатории светофизиологии.

Несмотря на интересные статьи, содержащие немало новых фактов, сборник имеет существенный недостаток — многотемность, которая подчас мешает более пол-

ному освещению отдельных вопросов светофизиологии растений.

Однако и в таком виде сборник работ, развивающих и углубляющих физиологические и биофизические исследования по светокультуре растений, будет полезен для всех, интересующихся влиянием электрического света на растения.

Профессор А. А. Шахов
Москва

ТАКИМ ЛИ ДОЛЖЕН БЫТЬ ПУТЕВОДИТЕЛЬ?

И. Шавлиашвили,
Э. Дидманидзе

ЛАГОДЕХСКИЙ ЗАПОВЕДНИК

Государственное издательство
«Сабчота Сакартвело», Тбилиси,
1961, 50 стр., ц. 10 к.

Путеводитель по Лагодехскому заповеднику на Кавказе — маленькая, но хорошо изданная книжка с красочными яркими фотографиями. Она знакомит нас с заповедником как с научно-исследовательским учреждением и местом отдыха трудящихся. Приводится краткий обзор истории, природы, флоры и фауны заповедника. Но уже на первых страницах мы встречаемся с рядом казусов в зоологических названиях. Авторы, рассказывая об экспонатах музея, говорят о «красногубой рыси», о хищниках — «горном и курганном орле», наконец, о скелете «оленя-рогаля».

Половина книги, посвященная описанию животного мира заповедника, изобилует самыми неожиданными сведениями, идущими в разрез с элементарными знаниями о жизни тех или иных животных. Так, когда речь заходит о кавказской белке, авторы превращают этого безобидного лесного грызуна в настоящего хищника. Белка, оказывается, «обитает на каменистой почве в скалистых россыпях» и «питает-

ся пернатыми и грызунами» (стр. 33).

Характеризуя мышевидных грызунов, к числу которых, как можно понять из предложенной группировки животных, принадлежат соня-полчок и шесть видов землероек (! ?), авторы приходят к выводу, что роль этих животных очень велика... так как «они представляют лучшую кормовую базу для ряда млекопитающих и хищных птиц» (стр. 38). Ни слова не сказано о грызунах как о вредителях сельского и лесного хозяйства, переносчиках опаснейших инфекций!

В обзоре фауны птиц, местами написанном очень живо, даже поэтично, мы снова встречаемся с недопустимыми «открытиями» авторов: «Кукушка несется один раз и свое яйцо кладет в чужое гнездо. Это потому, чтобы яйца не простыли и быстро выводились бы птенцы. Сама никогда не вьет гнезда и наседкой не садится» (стр. 39).

«Из хищных птиц, — продолжают авторы, — в основном, встречаются ястреб-тетеревятник, ястреб-перепелятник, серая неясыть, в песчаных и сухих местах живет козодой. Из южных границ залетают ворона и коршун, а с востока иногда — дрофа» (стр. 39). В этом абзаце сведены в одну группу «хищников» представители различных отрядов, которые, как в систематическом отноше-

нии, так и по своей экологии абсолютно далеки друг от друга, а многие отнюдь не относятся к хищным птицам.

«Питаются новорожденными теллятами и мелкими млекопитающими» — такая характеристика дана канюку, полезнейшей из полезных птиц, грозе мышевидных грызунов, вредителей сельского хозяйства! «В связи с поисками пищи он спускается в лесную зону» (стр. 46). А ведь канюк типичный житель лесов, гнездящийся на деревьях!

В небольшом разделе, посвященном беспозвоночным, можно прочесть: «Из раков в реках живет речной краб, а на коже животных, в почве или под корой деревьев живут разнообразные черви» (стр. 42). Это — бессмыслица.

В начале «путеводителя» авторы ставят себе целью «познакомить туристов и экскурсантов с краткими сведениями о богатой природе заповедника. С этой задачей они не справились. Неискушенного читателя такой путеводитель способен лишь запутать, а специалиста — раздосадовать. Остается только удивляться, как такая безграмотная книжка могла увидеть свет. Издательству «Сабчота Сакартвело» следует строже относиться к выпуску подобного рода литературы.

И. А. Кривицкий
Курзальджинский заповедник (Целинный край)

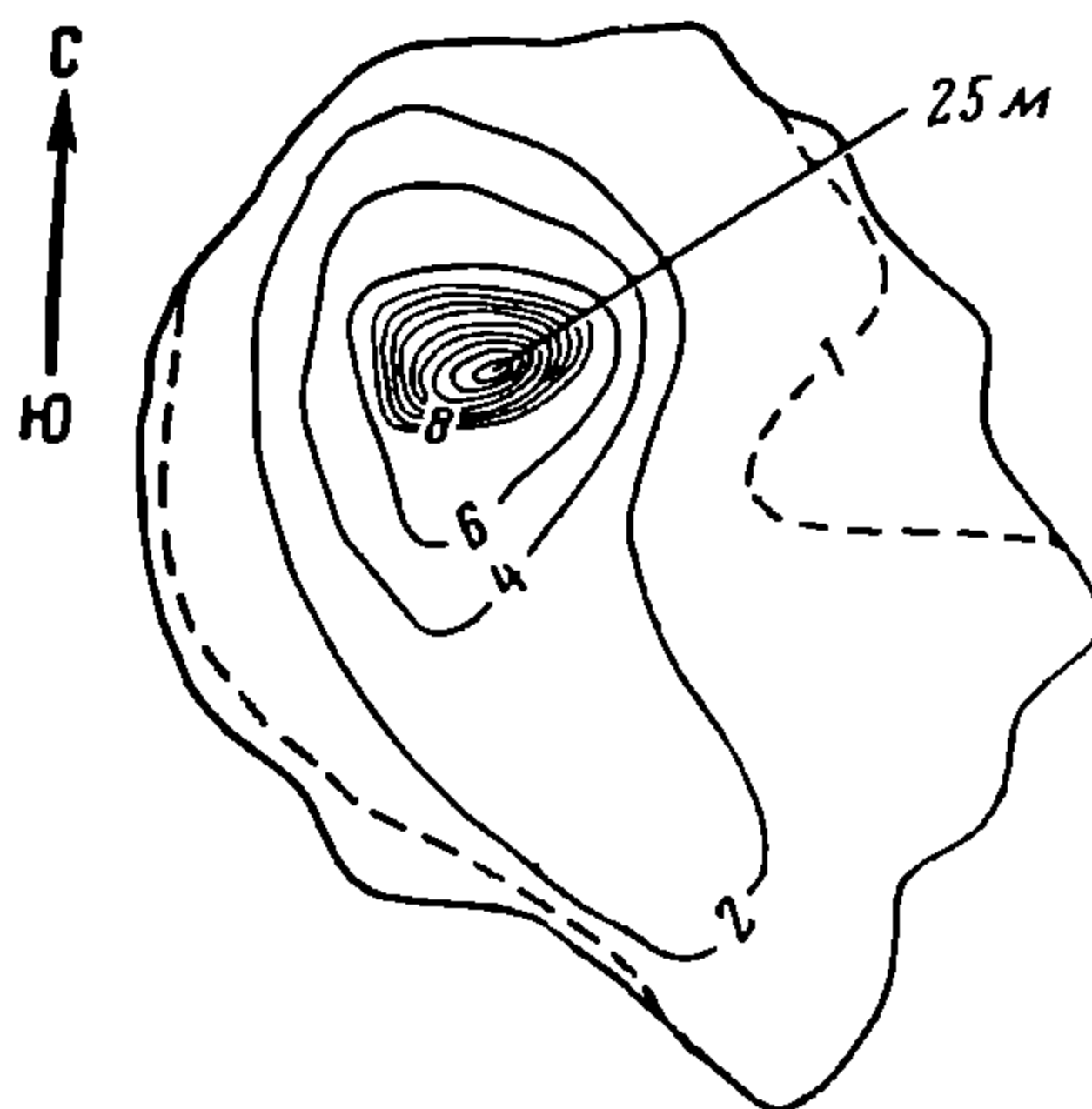
РАЗГАДКА—В ТЕРМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ

В журнале «Природа» № 2 за 1962 г. была напечатана заметка И. П. Ковлера о причудах озер М. и Б. Лужъяр¹. Действительно, на первый взгляд раннее замерзание большого озера по сравнению с маленьким может вызвать недоумение. В чем же разгадка этого странного явления?

Оба озера — типичные лесные водоемы, в литературе о них сведений пока нет. На их плоских заболоченных берегах растет сосновый лес с редкой примесью ели и березы, очень густой моховой покров. В плане оз. Лужъяр овальной формы, оно вытянуто с юго-востока на северо-запад. Котловина озера, как показали исследования (1962 г.), представляет собою плоскодонную ванну со средней глубиной 1,9 м (наибольшая глубина 4,2 м). Площадь водной поверхности его — около 3 км².

Оз. Бакшаньяр (см. рис.) площадью 0,8 км² в плане округлое. Дно, как и у Лужъяра, плоское; средняя глубина озера 3,8 м, но в северо-западной части в котловине озера есть воронкообразная впадина, где глубины достигают 25 м. Вода в

¹ На карте эти озера известны под названиями Бакшаньяр и Лужъяр.



План озера Бакшаньяр (оз. М. Лужъяр). Изобары проведены через 2 м.

Бакшаньяре благодаря большой глубине и меньшей площади водной поверхности остывает медленнее, чем быстро перемешиваемый тонкий слой воды Лужъяра. Например, температура воды Бакшаньяра на глубине 22 м 4 августа 1962 г. была 9°C. Возможно, на дне выходят глубинные источники. Это также способствует более позднему замерзанию.

Для территории Марийского Полесья вообще характерно близ-

кое соседство мелких и глубоких озер (М. Д. Рузский, 1916; Н. И. Воробьев, 1926). Обычно такие озера расположены в понижениях между песчаными дюнами на левобережных террасах Волги.

Аллювиальные отложения залегают на размытой поверхности коренных пород пермского возраста, состоящих из легко растворимых отложений, в которых длительное время протекали карстовые процессы. Во время формирования долины речные осадки заполняли пустоты в коренных породах, а уже позднейший механический вынос из толщи аллювия мелкозернистых песков и суглинков привел к тому, что в междюнных понижениях образовались воронки разной глубины. Эти-то воронки впоследствии и были заняты котловинами многочисленных озер.

Таким образом, позднее замерзание оз. Бакшаньяр связано прежде всего с большой его глубиной по сравнению с оз. Б. Лужъяр, что накладывает свой отпечаток на термический режим.

Н. Н. Лаптева
Казань

КАК ПРАВИЛЬНО НАЗЫВАТЬ ЭЛЕМЕНТ 101

Известно, что химический элемент № 101 был открыт благодаря исключительно точному предсказанию его свойств на основе периодического закона Д. И. Менделеева. Группа американских ученых во главе с Сиборгом, открывшая этот элемент, предложила в честь Д. И. Менделеева назвать новый элемент его именем.

Мы в полной мере разделяем уважение, проявленное к памяти великого русского ученого. Однако обидно, что название элемента, увековечивающее Д. И. Менделеева, подверглось в русском языке досадному искажению. Сплошь

и рядом в периодической и учебной литературе это название пишется как «Менделевий» (С. А. Щукарев. «Лекция по общему курсу химии», Изд-во ЛГУ, 1962; А. Г. Кульман «Общая химия», Сельхозгиз, 1961 и др.). По законам словообразования такое название может быть связано с именами Мэнделя, Мэнделева, но никак не Менделеева.

Нам думается, что надо устранить эту небрежность и установить единственно правильное название элемента № 101 на русском языке — «Менделеевий».

В. А. Корбут
Ленинград

* * *

Вопрос о правильном наименовании и символе элемента № 101 возник сразу же после предложения Сиборга и соавторов. Как известно, они называли этот элемент «Mendelevium» и предложили для него символ «Mv». Латинское название элемента можно считать удачным. Оно содержит большую часть букв из фамилии великого ученого. Символ же явно неудачен.

Со времени известного химика прошлого века И. Я. Берцелиуса символы химических эле-

ментов представляют собой первые буквы их латинского названия, а для некоторых, наиболее распространенных, — одну первую букву: Н, С, В, N, O, P, S и т. д. Символы большинства элементов состоят из двух первых букв; Li, Na и др. Однако у названий элементов очень часто совпадают две первые буквы. Тогда, во избежание путаницы, в одном из символов используют последующую букву: чтобы не смешивать с Са (кальцием) в символе кадмия — Cd использована третья буква.

В случае с элементом № 101 сочетание Mv неудачно, потому что буква «в» — окончание фамилии Менделеев. Сочетание Me непригодно — это символ для любого металла, а в органической химии — для метильной группы. Символ Mп использован для марганца. Остается Md, что и разумно. По предложению Комиссии по номенклатуре химических соединений АН СССР Международная комиссия в 1957 г. приняла и утвердила символ Md.

Что касается названия нового элемента на русском языке,

то при обсуждении этого вопроса в Комиссии по номенклатуре химических соединений было высказано соображение, что в название элемента должны входить все буквы основы фамилии, а в названии, предложенном Сиборгом, одна буква основы опущена. Дискуссия поднималась несколько раз, в частности, на VIII Менделеевском съезде, и эта точка зрения получила перевес. В настоящее время Комиссией по номенклатуре АН СССР узаконено на русском языке название элемента № 101 — «Менделеевий»¹. Этого названия, а также символа Md и следует придерживаться во всей химической литературе на русском языке.

В заключение заметим, что менделеевий — не первый элемент, транскрипция названия которого на русский язык вызывает споры. Высказывалось мнение, что название элемента № 97 — Berkelium надо транскрибировать на русский язык как «беркелий». Но ведь этот элемент получил свое назва-

¹ См. «Известия АН СССР, ОХН», 1962, № 2, стр. 369.

ние от города Беркли в Калифорнии, а потому в русском произношении должен сохранить это исходное название. Поэтому официально рекомендовано на русском языке название «берклий».

Название элемента № 53 во французском и английском языках пишется через I (iod, iodine), а в немецком — через j (jod). В русском языке это название издавна писалось через «и» долгое — «иод». Однако ревнители чистоты произношения неоднократно замечали, что звук «и» перед «о» звучит как «й» и не случайно в орфографический словарь внесено правописание «йод». Элемент № 53 явно обидели, тем более, что другое аналогичное слово иностранного происхождения «ион» осталось. На VIII Менделеевском съезде была принята рекомендация, зафиксированная специальным решением: «Название элемента № 53 в химической литературе должно писаться через и — долгое, «иод». Этого правописания и следует придерживаться.

А. М. Цукерман

Комиссия по номенклатуре химических соединений АН СССР (Москва)

О БОРЬБЕ С ЭРОЗИЕЙ И СЕЛЯМИ

В журнале «Природа» было опубликовано сообщение П. М. Ларионова¹, которое служит одновременно ответом на нашу статью² и дополнением к ней. Автор отмечает те меры, которые проводились и проводятся по повышению водоохраных и почвозащитных свойств карпатских лесов, улучшению их использования, по восстановлению и уходу за ними, закладке лесопитомников и т. д. Однако мы считаем необходимым дополнить приводимые им сведения и охарактеризовать в общих чертах факторы, обуславливающие твердый сток селя.

В формировании твердой части селевого стока участвуют рыхло-обломочные материалы, образующиеся в результате современных процессов разрушения горных пород и переноса их с мест образования на более низкие уровни (денудация). Кроме того, в образовании селей принимают участие аллювиальные и флювиогляциальные отложения, ранее накопленные в бассейне.

Наиболее важные процессы для селеобразования — это вывет-

ривание (физическое или механическое, химическое, органическое), перемещение продуктов разрушения вниз по склонам (обвалы, осыпи, оползни, оплывины, покровное сползание) и, наконец, эрозия — работа воды по размыву почвы и горных пород.

Интенсивность эрозии зависит от крутизны склонов, типа почв и интенсивности выпадения осадков. Большое влияние на эрозию горных склонов оказывает растительный покров. Там, где склоны покрыты дерном или лесной подстилкой, эрозия отсутствует или проявляется очень слабо. Растительность укрепляет почву густым сплетением корней, ограждает ее от непосредственного соприкосновения с текущей водой стеблями, листьями и лесной подстилкой, задерживает часть поверхностного стока, уменьшает скорость стекания воды благодаря большой шероховатости растительного покрова.

Лесные пожары, распашка склонов после раскорчевки леса, бессистемная рубка леса, неправильно организованная транспортировка древесины, неумеренный выпас скота и т. д. приводят к

резкому усилению эрозионных процессов на горных склонах.

В формировании твердого стока селевого потока чрезвычайно большую роль играет и эрозионная деятельность самого потока, обогащающегося наносами за счет скопившихся на дне и склонах долины рыхлых делювиальных отложений, селевых и овражных выносов боковых притоков и пр. Таким образом, эрозия приводит к образованию продуктов, активно участвующих в возникновении селей.

П. М. Ларионов утверждает, что все меры борьбы с эрозией в Карпатах можно свести к биологическим методам (посадка леса, посев трав), не прибегая к дорогостоящим гидротехническим сооружениям по регулированию стока. Многолетний опыт в СССР и за рубежом показывает, что только применение широкого комплекса средств — организационно-хозяйственных, агротехнических, лесомелиоративных, мелиоративно-технических и других мер позволит эффективно бороться с эрозией почв и селевыми потоками.

М. М. Айзенберг
Киев

¹ См. «Природа», 1963, № 1, стр. 96.

² См. «Природа», 1960, № 12, стр. 53.

Календарь 1979

ДОЖДЛИВАЯ ПОГОДА И ПЛОДОНОШЕНИЕ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

За последние 5 лет наибольшее количество осадков в районе Ленинграда (по метеорологическим данным) выпало в вегетационный период 1958 и 1962 года, и именно в 1958 г. у многих древесных и кустарниковых пород семена имели самое низкое качество. У многих древесных растений все семена оказались невсхожими, в то время как в 1957, 1959 и 1960 гг., когда эти же растения цвели в сухую или в менее дождливую погоду, их семена были вполне доброкачественны (например, боярышник туполопастный, кизильник блестящий, чубушник широколистный). В 1958 г. у лиственницы даурской и курильской, у лжецуги тиссолистной все семена не содержали зародышей, а в 1960 г. полнотелость семян этих же древесных пород была не ниже 11%.

Из приведенных примеров, учитывая многолетние наблюдения, можно предполагать, что у целого ряда древесных и кустарниковых пород, цветущих в Ленинграде в 1962 г. в периоды дождей, могли в массе образоваться недоброкачественные семена. Поэтому перед посевом семян урожая 1962 г. необходимо особенно тщательно проверять их качество.

В конце весны, летом и в начале осени 1962 г. в Ленинграде стояла очень дождливая погода: было 86 дождливых дней, выпало 408 мм осадков, что на 64 мм выше средней многолетней нормы и на 115 мм больше среднего количества осадков, выпадавших в мае—сентябре за последние 5 лет.

Глазомерный и количественный учет обилия цветения и урожайности плодов у 190 древесных и кустарниковых пород показал, что в 1962 г. у многих видов древесных растений чрезвы-

чайно сильно опадали завязи и незрелые плоды (у алычи, дуба скального и черешчатого, у ореха маньчжурского и серого опало 100% завязей; у туи западной опали все зачаточные шишечки; до 100% завязей или незрелых плодов опало у многих экземпляров вяза гладкого, гордовины канадской, дуба красного, каштана конского, липы амурской и мелколистной, у черемухи кистевой, Маака, виргинской и др.; до 60—80% незрелых шишек опало у различных видов лиственницы). Очень сильное опадание завязей было у белой акации, караганы древовидной, клена татарского, ирты круглолистной, яблони сливолистной, жимолости голубой, сирени венгерской, у различных культурных сортов вишни и других видов. Все эти древесные и кустарниковые породы, несмотря на хорошее цветение, плодоносили слабо, а 11% из них не плодоносили совсем.

Сопоставление дождливых периодов со сроками цветения деревьев и кустарников показывает, что сильное опадание завязей или незрелых плодов произошло у тех видов (или отдельных особей), массовое цветение которых совпало с периодом наиболее длительных и обильных дождей. Древесные и кустарниковые породы, которые цвели в сухую погоду или в периоды с наибольшими осадками, имели высокую продуктивность цветения и опадание завязей было обычное¹.

Сравнивая продуктивность цветения древесных растений в 1962 г. в предыдущие 5 лет, можно сказать, что у большинства видов деревьев и кустарников завязи или незрелые плоды опадают ежегодно. Но сильное опадание их, какое наблюдалось

в 1962 г., отмечалось только в 1958 г., когда за вегетационный период выпало 422 мм осадков.

По-видимому, вредное влияние дождей на плодоношение деревьев и кустарников заключается, прежде всего, в нарушении процесса опыления. Осадки повреждают пыльцу древесных растений, снижают ее жизнеспособность, смывают с рылец пестиков пыльцу или сахар и другие вещества, необходимые для прорастания пыльцы. Все это приводит к резкому уменьшению количества опыленных цветков, а следовательно, и оплодотворенных яйцеклеток. Поэтому у древесных растений, неспособных к плодоношению без оплодотворения, и происходит сильное опадание завязей или незрелых плодов¹.

В заключение следует сказать, что на многих древесных растениях плоды вызревают независимо от оплодотворения яйцеклеток, и цветущие в 1962 г. в период сильных дождей завязи либо совсем не опадали, либо опадали слабо (барбарис Тунберга, вяз шершавый, клен маньчжурский и ясенелистный). Но, как и следовало ожидать, зрелые плоды у этих древесных растений в массе оказались без семян. Учитывая, что в период цветения различных видов березы в 1962 г. выпадали дожди, можно ожидать, что и у них большой процент плодов не содержит семян.

Осадки, выпадающие в период цветения древесных растений, отрицательно влияют не только на урожайность плодов и семян, но и на качество семян.

Н. Е. Булыгин

Ленинград

¹ Исключение составляет только клен остролистый, у многих особей которого опало от 80 до 100% завязей или незрелых крылаток, хотя за период цветения этого вида (20—22 дня) выпало всего 12 мм осадков.

¹ Конечно, было бы ошибочно думать, что снижение продуктивности цветения у некоторых древесных растений, цветущих в 1962 г. в период дождей, не могло происходить и по другим причинам, несвязанным с отрицательным влиянием осадков на оплодотворение.

ЗОНА СМЕЩЕНИЯ МАКСИМАЛЬНЫХ ТЕМ- ПЕРАТУР НА КAVKAZE

Годовой ход температуры воздуха в каждом пункте определяется не только годовыми изменениями притока солнечного тепла, но зависит также и от характера подстилающей поверхности и ряда других факторов.

В умеренных широтах, как известно, наблюдается простой ход температуры с одним максимумом, наступающим после летнего солнцестояния (в июле) и одним минимумом зимой (в январе). В то же время известно, что время наступления максимума и минимума над морями запаздывает: максимум смещается с июля на август, а минимум — с января на февраль.

Сопоставление среднемесячных многолетних температур июля и августа для отдельных районов Кавказа показывает, что все горные районы и примыкающие к ним побережья Черного и Каспийского морей относятся к зоне, где максимум температуры смещен на август.

На карте изолиний отчетливо показывается, что в равнинных местах Северного Кавказа и Прикаспийской низменности август на востоке холоднее июля, на западе той территории — различия мень-

ше. Густота изолиний не везде одинакова; это связано с общими физико-географическими и климатическими условиями, и, в первую очередь, с увлажнением.

В области, оконтуренной нулевой изолинией, август теплее июля. Подобное соотношение температур июля и августа свойственно вообще горным местностям. Запаздывание максимума аналогично такому же явлению в морском климате и связано с тем, что в первой половине лета значительная часть солнечного тепла расходуется на таяние снега или на испарение влаги. Сопоставление этой карты с данными сухости для территории Кавказа обнаруживает довольно хорошую связь между зонами увлажнения и сроками наступления максимальных температур воздуха в ее годовом ходе. Таким образом на Кавказе есть три различные области, где август холоднее июля; август теплее июля и температурные условия этих смежных месяцев почти одинаковы. О географическом положении областей дает представление карта изолиний.

По мере подъема в горы разность между августовской и июльской температурой воздуха возрастает, но это наблюдается только до высоты, примерно, 2000—2500 м, выше она уменьшается. На метеорологической станции

Эльбрус (4250 м) средняя многолетняя температура июля и августа равна — 0,4°.

С. А. М а л и к
Кандидат географических наук
Ростов-на-Дону

ПОДСНЕЖНИКИ ВО ВРЕМЯ ЛИСТОПАДА

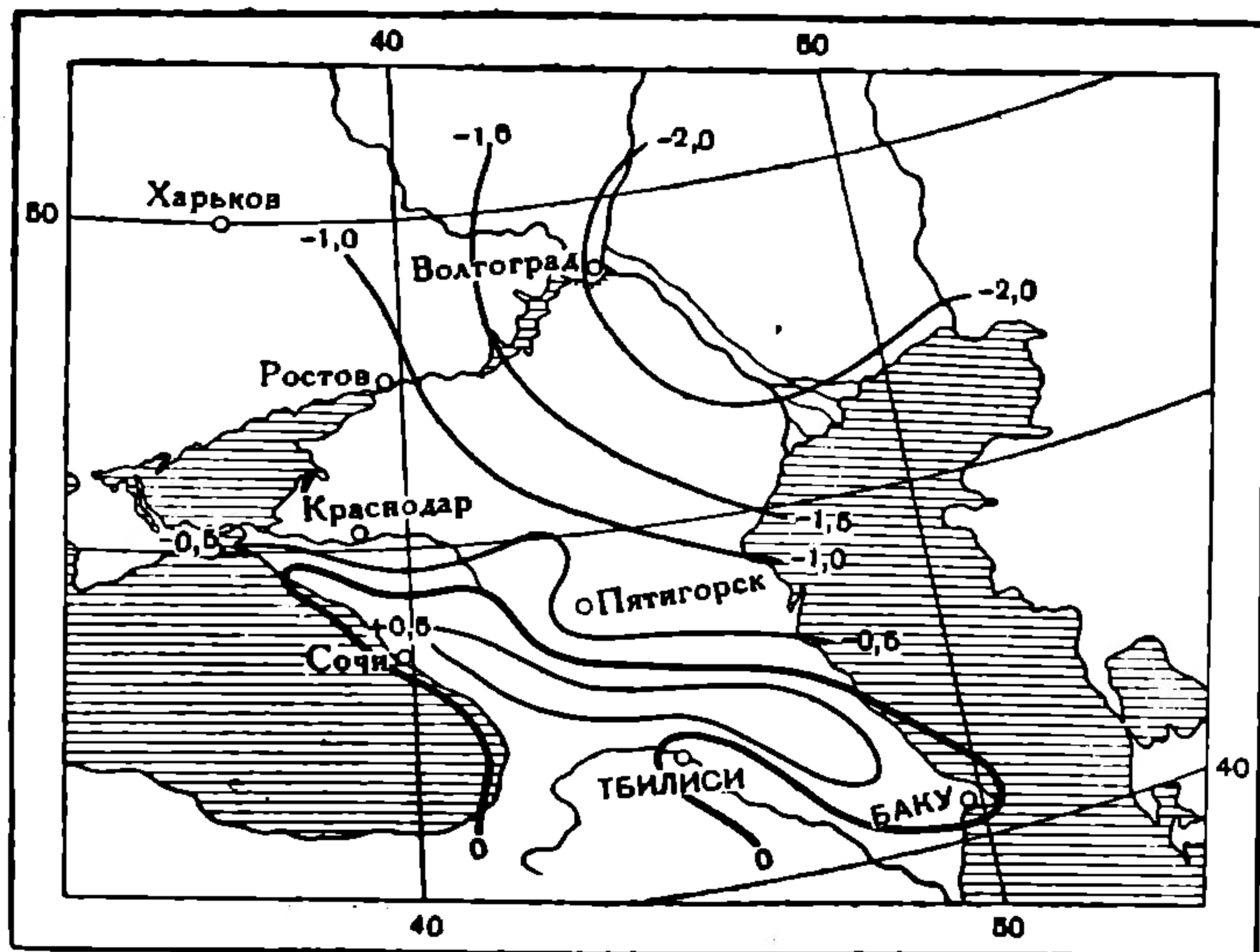
В литературе неоднократно отмечалось, что нарушения в климатическом цикле вызывают быструю реакцию растительного мира. О таких явлениях можно прочесть во многих работах, например, В. И. Долгошова (1957), Л. И. Сергеева (1953), В. Н. Ворошилова (1960), Ф. Шнелле и др.

Нам же хочется рассказать о своих наблюдениях на Южном Урале, где обильные дожди, влажная и прохладная погода вызвали в конце лета ряд отклонений от обычного хода фенологических явлений.

Ранняя осень, всюду пожелтела листва, самый разгар листопада, а в западных предгорьях и высокогорьях Южного Урала снова цветут травянистые растения. Иногда такие позднеосенние и ранневесенние фенологические явления можно одновременно наблюдать на одном и том же участке. В бассейне р. Большого Инзера, около с. Нижний Суран, и на сенокосной поляне в урочище Михеев ключ вторичное цветение ветреницы алтайской (*Anemone altaica Fisch*) отмечено 23 августа 1962 г. (рис. 1). Ветреница алтайская, известная под местным названием подснежник, относится к числу самых ранних весенних цветов. Кругом в лесу еще лежит снег, а у ветреницы под снегом уже растет стебелек с бутонем. По данным семнадцатилетних наблюдений, ее белые нежные цветы появляются в окрестностях Уфы обычно 17 апреля, а в 1962 г. в связи с ранней весной ветреница цвела уже 5 апреля.

Цветущие подснежники на скошенной сенокосной поляне на фоне стога сена и желтеющих берез, у которых уже начался листопад, производит незабываемое впечатление.

В августе цветущие подснежники были отмечены нами и в окрестностях г. Яман-Тау, на выкошенных лужайках у с. Кузьелга, и в долине р. Кургазы, в 8 км от с. Ташлы. Наиболее позднее вторичное цветение ветреницы отмечено 1 сен-



Карта изолиний разности между средней температурой августа и июля. Жирная линия проведена по пунктам, где по многолетним данным температура этих месяцев одинакова и практически равность их равна нулю. Тонкие линии проведены через 0,5°, а цифры в конце их показывают, на сколько градусов август теплее или холоднее июля (в среднем многолетнем).



Рис. 1. Вторичное цветение ветреницы алтайской в Белоречном районе

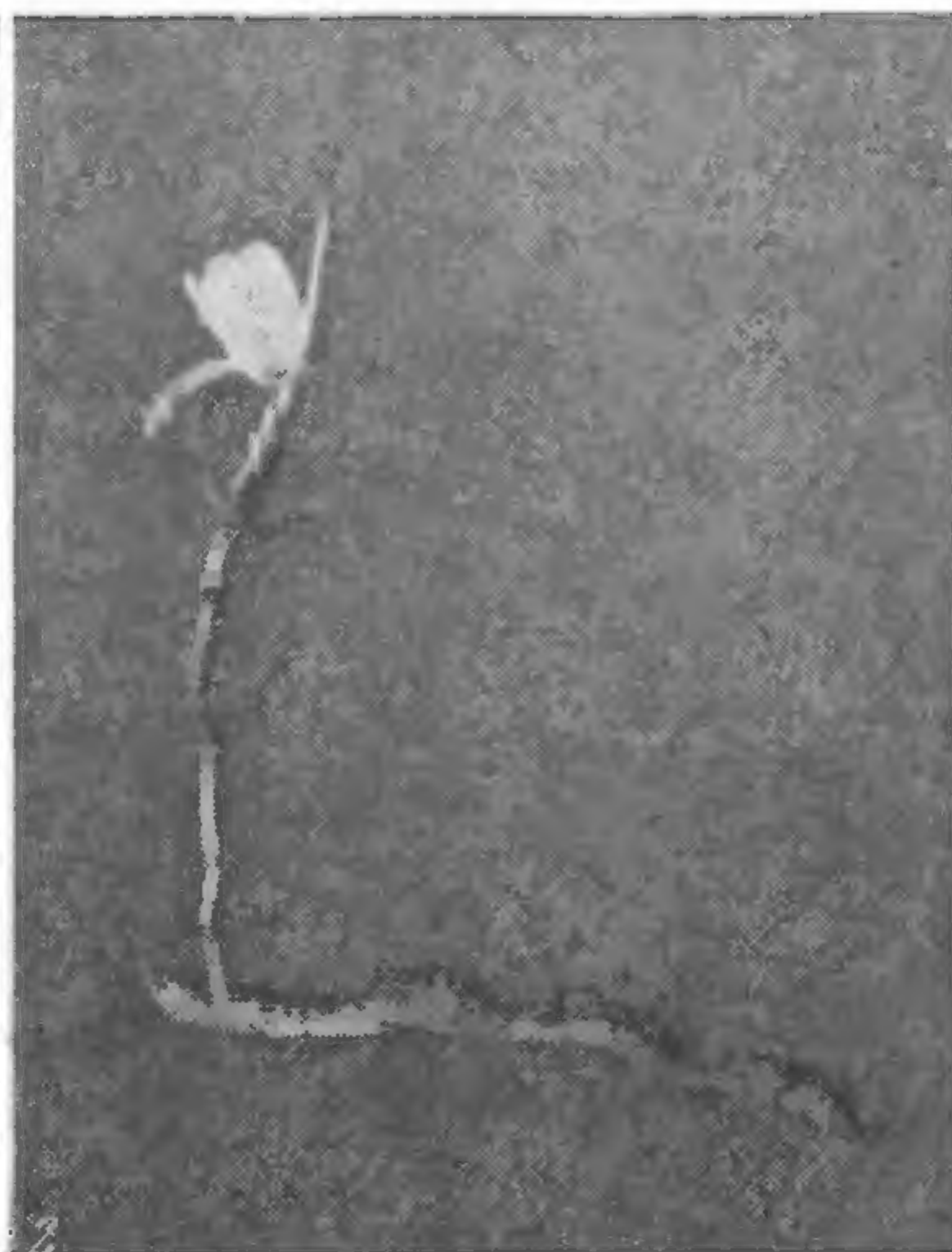


Рис. 2. У ветреницы алтайской наряду с цветущим стеблем на корневище есть развитая цветочная почка



Рис. 3. Вторичное цветение медуницы во время листопада
Фото Е. Кучерова

тября в долине р. Миньяк. Выкопав корневища ветреницы алтайской, мы обнаружили на них помимо стеблей с цветущими побегами, готовые цветочные почки (рис. 2), из которых весной вновь появятся цветы. Таким образом, несмотря на вторичное цветение,

эти экземпляры растений не погибнут и дадут нормально развитые цветы и весной.

В окрестностях г. Яман-Тау 26 и 27 августа 1962 г. вторично зацвела медуница (*Pulmonaria officinalis* L.), один из ранневесенних эфемеров. У цветущих

экземпляров цветы развивались не на высоком цветоносе, как это бывает весной, а непосредственно в розетке (рис. 3).

Е. В. Кучеров,
Б. И. Федорак
Кандидаты сельскохозяйственных наук
Уфа

Художественный редактор З. К. Тарасенко

Технический редактор Н. А. Чижевская

**АДРЕС РЕДАКЦИИ: Москва, Центр, ул. Грибоедова, 4
тел. К 5-60-28, Б 8-06-72**

Подписано к печати 6/VIII-1963 г.
Уч.-изд. л. 13,39

Формат бумаги 84×108¹/₁₆
Т-07979 Бум. л. 4

Тираж 19500 экз.

Печ. л. 8
Заказ 2303

2-я типография Издательства Академии наук СССР. Москва, Шубинский пер., 10

70 коп.

ИНДЕКС
70707

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР